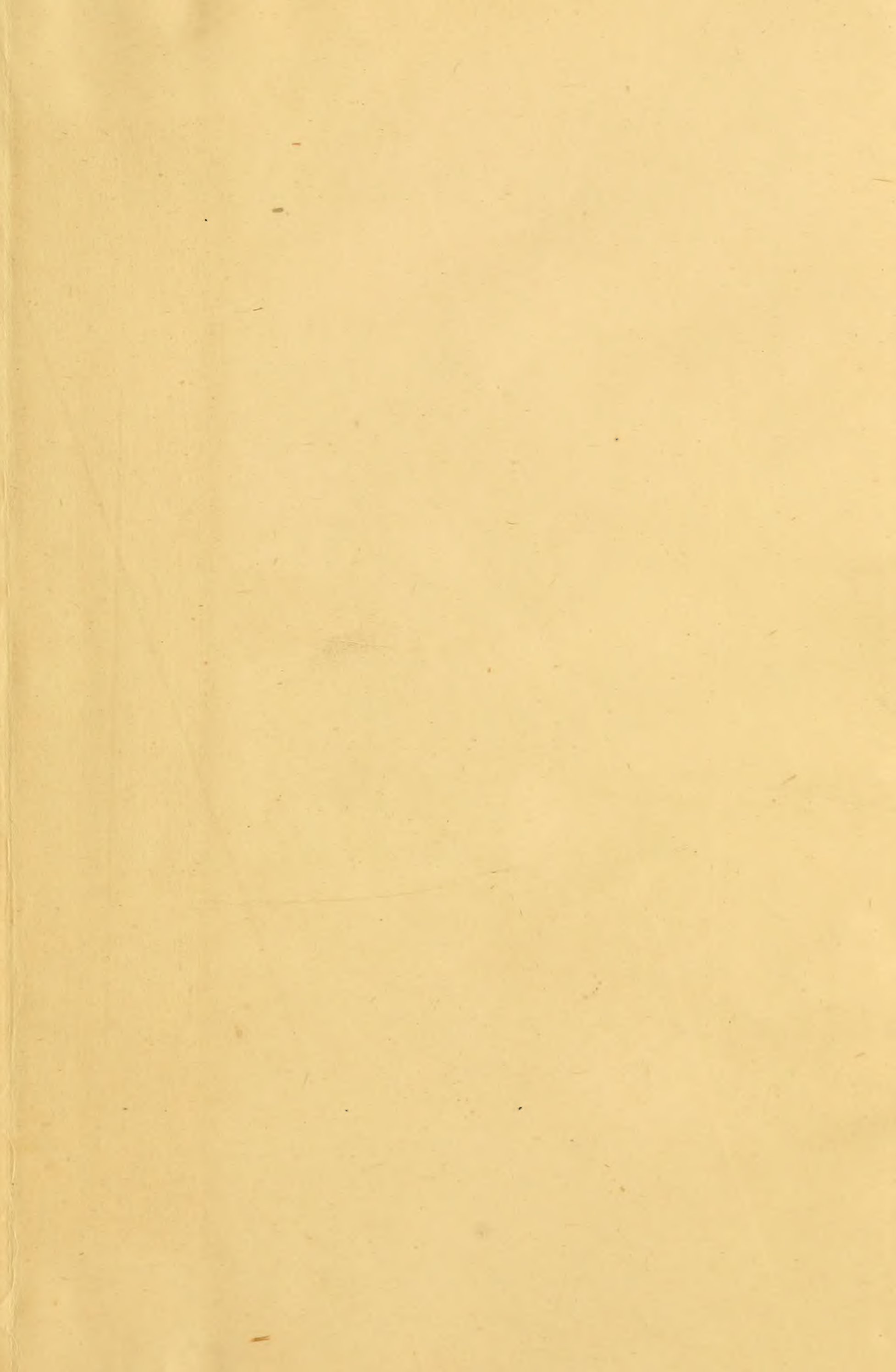
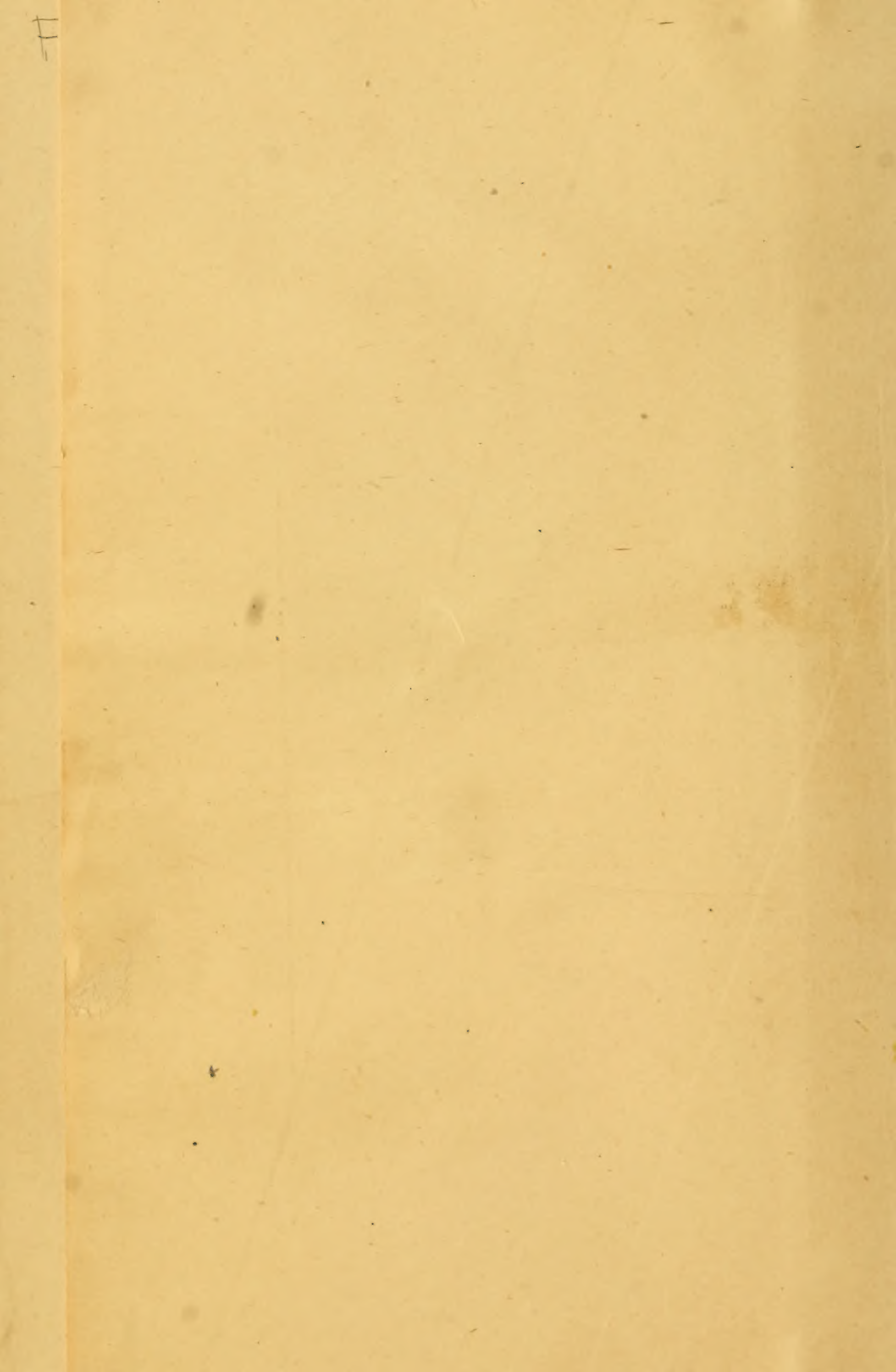






GESCHICHTE DER URWELT,

MIT

BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER MENSCHENRASSEN UND DES MOSAISCHEN SCHÖPFUNGSBERICHTES.

VON

Dr. ANDREAS WAGNER,

PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND PALAEONTOLOGIE AN DER KÖNIGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT, CONSERVATOR DER PALAEONTOLOGISCHEN SAMMLUNG DES STAATES IN MÜNCHEN, MITGLIEDE DER AKADEMIEN IN MÜNCHEN, PETERSBURG, PHILADELPHIA etc.

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE.

ERSTER THEIL.

DIE ERDVESTE NACH IHREM FELSBAUE UND IHRER SCHÖPFUNGSGESCHICHTE.

MIT HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON LEOPOLD VOSS.
1857.

GESCHICHTE DER URWELT,

MIT

BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER MENSCHENRASSEN UND DES MOSAISCHEN SCHÖPFUNGSBERICHTES.

VON

Dr. ANDREAS WAGNER,

PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND PALAEONTOLOGIE AN DER KÖNIGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT, CONSERVATOR DER PALAEONTOLOGISCHEN SAMMLUNG DES STAATES IN MÜNCHEN, MITGLIEDE DER AKADEMIEN IN MÜNCHEN, PETERSBURG, PHILADELPHIA etc.

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE.

ERSTER THEIL.

DIE ERDVESTE NACH IHREM FELSBAUE UND IHRER SCHÖPFUNGSGESCHICHTE.

MIT HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON LEOPOLD VOSS.
1857.

AUS DER VORREDE ZUR ERSTEN AUFLAGE.

Die Beschaffenheit des Urzustandes der Erde und ihrer Bewohner hat neuerdings mehr als je die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und uns ausgezeichnete Arbeiten hierüber gebracht, unter denen ich vor allen die von SCHUBERT, LINK, RUDOLF WAGNER, BUCKLAND und MARCEL DE SERRES zu nennen habe. Auch mir hat seit geraumer Zeit dieser Gegenstand das lebhafteste Interesse abgewonnen und mich seit dem Jahre 1829 zur Publikation verschiedener Abhandlungen veranlasst, gewissermassen die Grundlagen, auf welchen ich jetzt den ganzen Ausbau meiner Ansichten von der Urwelt aufgeführt habe.

Ich weiss, dass ich in vielen Stücken der herrschenden Meinung diametral gegenüber stehe, und dass daher insbesondere deren Stimmführer meine Arbeit nicht beifällig aufnehmen werden. Hieran ist mir aber auch nicht viel gelegen, wenn es mir nur gelingt, den Unbefangenen den Nachweis zu liefern, dass die von der Majorität vertretenen Ansichten nichts weniger als eine wissenschaftliche Berechtigung anzusprechen haben, im Gegentheil selbige ganz aufgegeben werden müssen, bevor letztere Platz greifen kann.

Das Gesagte gilt zuvörderst von der Geologie. So ausserordentlich sicher die Majorität der Evidenz ihrer Feuer- und Hebungs-Theorie ist, so allgemein auch der Beifall, den sie vor dem grossen Publikum gefunden, so kann sie doch eine strenge kritische Prüfung nicht aushalten, ja eine solche kann, wie ich glaube sattsam erwiesen zu haben, darthun, dass jene Theorie ein vor dem Forum der Wissenschaft

anerkennbares Fundament noch gar nicht begründet hat. Statt die Bildungsgesetze der Erde aus verlässigen chemischen und physikalischen Gesetzen abzuleiten, hat die moderne Geologie diese hintan gesetzt und dafür der Phantasie einen Spielraum eröffnet, dem am wenigsten in der Wissenschaft eine Stelle anzuweisen ist. Ich will hiemit nicht sagen, dass die Chemie bereits im Stande ist, alle ihr aus diesem Gebiete zuständigen Probleme zu lösen, noch weniger möchte ich behaupten, dass man nichts weiter als ein Chemiker zu sein brauche, um die geologischen Aufgaben zu absolviren; aber dies behaupte ich, und dies muss auch zum Axiom in der Geologie [wohl zu unterscheiden von Geognosie] werden, wenn sie anders eine wissenschaftliche Geltung ansprechen will, dass geologische Ansichten und Theorien nicht nur nicht im Widerspruche mit bewährten chemischen Erfahrungen und Gesetzen stehen dürfen, sondern dass zu ihrer Begründung der Chemie die Hauptstimme zukommt. Die Geognosie, deren Aufgabe die Erforschung des Thatbestandes ist, kann die Chemie ganz ausser Augen lassen; die Geologie dagegen, welche die Bildungsgesetze der Erde zu entwickeln hat, muss in ihr ihre Hauptstütze finden.

Stellt man diese Anforderung an den gegenwärtigen Stand der Geologie, so wird man sich bald überzeugen, wie wenig noch die Chemie in ihr zur Geltung gekommen ist, welch grosses Uebergewicht dagegen die mit ihr im völligsten Widerspruche stehenden Hypothesen behaupten. Wir sind allerdings über Hauptprobleme noch ohne evidente Aufschlüsse, werden vielleicht auch diese zum Theil niemals erlangen, und müssen deshalb in solchen Fällen die Mängel unserer Erkenntniss durch Hypothesen ergänzen; diese müssen jedoch von einer Art sein, dass sie sich nicht im Gegensatze mit den Erfahrungen anderer Wissenschaften befinden, und sind ohnedies sogleich ausser Acht zu lassen, sobald Letzteres nachgewiesen wird. So wie es aber gegenwärtig mit der dominirenden geologischen Schule bestellt ist, herrscht in ihr ein Terrorismus, der auch dann noch die von den Stimmführern in Umlauf gebrachten Hypothesen nicht aufzugeben wagt, selbst wenn ihr Widerspruch mit dem Thatbestande und chemischen Gesetzen zur Genüge erwiesen worden ist. Ein merkwürdiges Beispiel der Art giebt die im Schwange gehende Hypothese von der Dolomitbildung. Kein Wunder, dass bei einem solchen Stande der Dinge Chemiker, wie Liebig, von der Geologie nur mit der grössten Missachtung sprechen. Ich, der ich durch meinen amtlichen, wie durch den mir zunächst liegenden schriftstellerischen Beruf als Zoolog völlig

ausser dem Bereiche der herrschenden geologischen Schule stehe und daher die Gunst ihrer Machthaber nicht zu suchen, ihre Ungunst nicht zu fürchten habe, gleichwohl seit drei Dezennien mit Geognosie und Geologie so vertraut geworden bin, dass ich mich zu einem Urtheil über sie für nicht ganz unberechtigt ansehen darf, habe unbefangen und ohne Nebenrücksichten eine Prüfung der herrschenden geologischen Theorien vornehmen und die dadurch erlangten Resultate, unbesorgt um die Art ihrer Aufnahme, vorlegen können. Meine Hauptabsicht ist es hiebei gewesen, nicht sowohl eine eigenthümliche Theorie zu begründen, sondern vielmehr den Nachweis zu liefern, dass die vulkanistischen Ansichten von der Erdbildung im Widerspruche mit den geognostischen Thatsachen und den chemischen Erfahrungen stehen, daher einer wissenschaftlichen Berechtigung ganz und gar entbehren.

Den grössten Werth meiner Arbeit lege ich auf den dritten und vierten Abschnitt und zwar hauptsächlich auf den polemischen Theil, der gegen die destruktiven Tendenzen, welche jetzt darauf ausgehen, die Naturwissenschaften zum Umsturze der Grundlagen des Christenthums zu missbrauchen, gerichtet ist. Mit dem langweiligen vulgären Rationalismus hat sich gegenwärtig in dieser Absicht der hochmüthig aufgeblasene Hegelianismus verbündet, und STRAUSS, sowie ROSENKRANZ und VISCHER, obgleich man bei ihnen von einer näheren Bekanntschaft mit den Naturwissenschaften nichts wahrnimmt, haben sich nicht entblödet, die von längst überwundenen Gegnern in diesem Kampfe geführten Strohwaffen wieder hervorzusuchen und wenigstens vor ihres Gleichen sich damit zu brüsten. In der nur durch ihre Frechheit bemerkenswerthen Rede, mit welcher VISCHER den akademischen Lehrberuf entweihte, verlangt er die Autonomie der Wissenschaft, und hat allerdings ganz Recht, wenn er an sie die Forderung stellt, keinem andern Gesetze „als dem festen Gange der G r ü n d e“ zu folgen. Wenn er dann aber sagt: „die Naturwissenschaft kann z. B. als Geologie keinen Schritt gehen, ohne von den Erzählungen des ersten Buchs Mosis abzuweichen“, so fragen wir ihn, ob er denn mit dieser Behauptung auch wirklich dem festen Gange der G r ü n d e gefolgt ist. Wenn er dieser Bedingung nachgekommen wäre, wie er sie unverantwortlicher Weise ausser Augen gelassen hat, so hätte sich ihm ergeben müssen, dass seine Behauptung eine völlig grundlose ist, und er hätte wenigstens die Naturwissenschaften bei seinem frivolen Angriffe auf das Christenthum nicht zum Beistande aufrufen können.

Diesen und ähnlichen Gegnern des Christenthums jede Stütze an den Naturwissenschaften zu benehmen, ist im vierten Abschnitte mein Hauptaugenmerk gewesen. Den fanatischen oder urtheilslosen Gegnern der geoffenbarten Religion ist allerdings mit Argumenten nicht beizukommen, da sie auf solche nicht eingehen; dem verständigeren Theile derselben wird es jedoch zur Evidenz gebracht werden, dass sie von dieser Seite her den Angriff aufgeben müssen, wenn sie sich nicht selbst hiebei den Kopf zerschellen sollen. Den am Christenthume Festhaltenden hoffe ich aber ihre gute Zuversicht gestärkt und insbesondere denen unter ihnen, welchen die Naturwissenschaft nicht ihr Berufsfach ist und die daher hierin von fremdem Urtheile abhängig sind, den Nachweis geliefert zu haben, dass alle von diesem Gebiete ausgehenden Angriffe auf die geoffenbarte Religion vollständig null und nichtig sind, und dass ihr von dorther nicht die mindeste Gefahr erwachsen kann.

Somit möge denn mein Buch in Gottes Namen seinen Lauf in der Welt freudig antreten und an seinem Theile zur Förderung der Wissenschaft wie zur Wiederbefestigung der Autorität der mosaischen Urkunden mitwirken.

München, den 4. März 1845.

A. Wagner.

VORREDE ZUR ZWEITEN AUFLAGE.

Die Grundsätze, welche mich bei Bearbeitung meiner „Geschichte der Urwelt" in der ersten Auflage geleitet haben, sind dieselben für die zweite geblieben, nur dass ich für letztere eine grössere Ausdehnung beabsichtige, so dass sie jetzt in zwei Bänden erscheint, wovon der vorliegende die Schilderung der Erdveste nach ihrem Felsbaue und ihrer Schöpfungsgeschichte enthält, und der folgende die naturhistorische Schilderung des Menschengeschlechtes der Urwelt und der vor seinem Auftreten bereits untergegangenen ältesten Thier- und Pflanzenschöpfung zum Gegenstande haben soll.

Was mich insbesondere bewogen hat, der im vorliegenden ersten Bande enthaltenen Abtheilung: „die Erdveste nach ihrem Felsbaue und ihrer Schöpfungsgeschichte" eine grössere Ausdehnung als in der ersten Auflage zu geben, war der Umstand, dass ich mich früherhin lediglich auf die Theorie der Erdbildung [Geogenie] beschränkte und auch diese nicht im Zusammenhange, sondern nur stückweise nach ihren Hauptmomenten behandelte, weil es mir damals blos darum zu thun war, an letzteren die Unhaltbarkeit der vulkanistischen Theorien zu zeigen und dadurch meine Wiederaufnahme der neptunistischen Anschauungsweise von der Erdbildung zu rechtfertigen. Daraus entsprang aber ein doppelter Nachtheil: einmal war die von mir vertretene geologische Theorie nicht in gehörige organische Entwickelung und Gliederung gebracht, und fürs Andere wurde die Kenntniss des ganzen geognostischen Thatbestandes vorausgesetzt, was bei vielen meiner

Leser nicht der Fall war und ihnen daher das Verständniss der geologischen Deduktionen erschwerte. Um diesem Mangel abzuhelfen, war es aber nicht genügend auf die vorliegenden Lehrbücher der Geognosie zu verweisen, denn indem diese vom einseitig vulkanistischen Standpunkte aus abgefasst waren, entbehrten sie theils der ungetrübten Objektivität, theils waren auch solche Thatsachen, die zu den hergebrachten theoretischen Anschauungen nicht recht passen wollten, in den Hintergrund gestellt oder ganz übergangen, während gerade diese zur Stützung meiner Theorie von der grössten Bedeutung waren.

Aus diesen Gründen hielt ich es für nothwendig, in der neuen Auflage mich nicht blos auf die Theorie der Erdbildung [Geologie, Geogenie] zu beschränken, sondern derselben auch eine Schilderung des Felsgebäudes der Erdveste [Geognosie] vorauszuschicken, um im Zusammenhange alle die Thatsachen vorzuführen, auf welche ich, als auf ein sicheres Fundament, meine Ansichten von der Schöpfungsgeschichte unsers Weltkörpers stützen konnte. So ist denn aus der fragmentarischen Form, in welcher ich diesen Gegenstand in der ersten Auflage behandelte, diesmal ein vollständiges systematisches Gebäude geworden, welches die ganze Geologie nach ihren beiden Abtheilungen: der Geognosie und Geogenie, umfasst. Um als Lehrbuch in das Studium der Geologie leicht und sicher einzuführen, habe ich der neuen Bearbeitung Holzschnitte beigegeben, nicht um als Ausschmückung zu dienen, sondern zur anschaulichen Erläuterung der wichtigsten Verhältnisse in der Gebirgswelt.

Zwischen der ersten und zweiten Auflage meiner Geschichte der Urwelt liegt ein volles Dezennium, und die inzwischen gemachten neuen Erfahrungen haben meine geologischen Ansichten nicht blos nicht erschüttert, sondern im Gegentheil ihnen weitere wesentliche Stützpunkte dargeboten. Zwar behauptet die vulkanistische Anschauung noch immer ihre Herrschaft und insbesondere wird sie in den gewöhnlichen Lehr- und Volksbüchern fortwährend als festes Dogma behandelt, aber für den weiter Sehenden ist es nicht verborgen, dass bereits eine Wendung eingetreten und ein Bruch unvermeidlich ist. Die Widersprüche der Thatsachen mit der herrschenden Theorie haben sich in einer Weise gemehrt und zugleich solche gewichtige, wenn auch der Zahl nach nur wenige, Vertreter gefunden, dass es mit dem bisher beliebten Ignoriren für die Zukunft nicht mehr gehen wird.

Vor Allem habe ich hier Mohs zu nennen, dessen Geognosie zwar

schon drei Jahre früher als meine erste Auflage erschien, mit welcher ich jedoch, weil sie anfänglich nicht durch den Buchhandel zu beziehen war, erst späterhin bekannt wurde. Wenige Arbeiten haben mir eine solche freudige Ueberraschung und Ermunterung bereitet als eben diese. Ohne auf chemische Erörterungen einzugehen hat Mohs lediglich aus geognostischen Gründen die Unvereinbarkeit der vulkanistischen Theorien mit dem Thatbestande dargethan, und ist auf diese Weise zu denselben Resultaten als ich gelangt. Mit solcher Klarheit, Schärfe, Präzision und so strenger logischer Konsequenz hat Mohs seine Aufgabe behandelt, dass man meinen sollte, jeder Geolog müsste ihm zustimmen, oder wenn nicht, dass er doch wenigstens zur Aufrechthaltung seiner geologischen Theorien sich bemühen werde, die gegnerischen Argumentationen zu entkräften. Allein obwohl Mohs zu den grössten Mineralogen zählt und ich überdies bereits im Jahre 1845 in einer weitläufigen Besprechung in den Münchner gelehrten Anzeigen auf seine Geognosie aufmerksam machte, fand es doch die vulkanistische Schule für gerathener, auch über diese Arbeit *altum silentium* eintreten zu lassen.

Wenn Mohs in diesem Streite die Chemie ganz ausser Acht liess, so brachte diese dagegen Bischof in seinem umfangreichen Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie [1847—1854] zur vollen Geltung. Anfangs selbst vulkanistischen oder, wie man sie jetzt lieber nennen hört, plutonistischen Ansichten zugethan, kam er, je weiter er mit eigenen Untersuchungen vorschritt, immer mehr zur Ueberzeugung, dass jene Auffassungen mit den chemischen Erfahrungen durchaus im Widerspruche stehen. Sein Schlussresultat ist: allen Gebirgsarten die vulkanische oder plutonische Entstehungsweise abzusprechen, mit Ausnahme der basaltischen oder trachytischen Formationen; aber auch für letztere hat er bereits an die Möglichkeit gedacht, für sie einen andern Bildungsmodus ausfindig zu machen, weil gewisse Anzeichen ihn selbst bezüglich dieser Grundpfeiler des Vulkanismus bedenklich gemacht haben. Meine geologischen Ansichten haben demnach durch Bischof eine mir höchst schätzbare Bestätigung gefunden.

Auch Naumann's ausführliches Lehrbuch der Geognosie [1850—1854], obwohl es den entschiedensten plutonistischen Standpunkt einnimmt, hat mich nicht wenig in der Festhaltung meiner früheren Ansichten bestärkt. Nicht blos bin ich durch diese höchst werthvolle Arbeit mit vielen, meinem Zwecke förderlichen geognostischen Thatsachen bekannt geworden, sondern Naumann selbst hat so oft unum-

wunden sein Bedenken gegen die herrschende Theorie geäussert, dass jeder Unbefangene daraus zu ersehen vermag, dass es doch trotz der vielbelobten „allgemeinen Uebereinstimmung der Forscher", mit der Evidenz des Vulkanismus und Plutonismus noch nicht ganz richtig stehen muss und demnach die neptunistische Anschauung wohl wieder zu ihrem Rechte gelangen könnte.

Dieses Recht hat ihr mein ältester Lehrer und väterlicher Freund, G. H. v. Schubert in seinem geistvollen und an Thatsachen reichen Werke: das Weltgebäude, die Erde und die Zeiten des Menschen auf der Erde [1852], im vollen Maasse angedeihen lassen und damit zu ihrer Restitution kräftig mitgewirkt. Auch ein anderer meiner verehrten Kollegen und Freunde, Schafhäutl, hat hiezu einen namhaften Theil in mehreren Abhandlungen, die von mir im vorliegenden Bande fleissig benutzt wurden, beigetragen. Leider ist mir nicht mehr die Freude vergönnt gewesen, diese neue Auflage einem meiner hochverehrtesten Kollegen, Nepomuk v. Fuchs, der zur Wiederaufrichtung des Neptunismus das Beste gethan, vorlegen zu können. Von Alter gebeugt, aber die Geistesfrische des Mannes sich bewahrend, ist er bereits am 5. März dieses Jahres im freudigen Christenglauben und getroster Hoffnung seliger Wiederauferstehung aus diesem Leben geschieden: ein Naturforscher ersten Ranges und ein gottesfürchtiger gläubiger Christ.

So hat sich denn die Zahl derer, welche der herrschenden Theorie des Vulkanismus entschiedenen Widerspruch entgegengestellt haben, namhaft vermehrt und man wird sich andererseits endlich doch entschliessen müssen hievon Notiz zu nehmen. Obwohl die moderne Weltbildung vom Autoritätsglauben gar nichts wissen will, so herrscht dieser doch in der Geologie als blindester Köhlerglaube in seiner vollsten Macht, und die Stimmführer können immer auf ein zahlreiches Publikum rechnen, das aller selbstständigen Prüfung sich begebend ihnen aufs Wort glaubt. Beispiele davon, zum Theil der unglaublichsten Art, sind genug im vorliegenden Bande aufgeführt worden. Trotzdem hat sich aber der Widerspruch mit dem herrschenden Systeme nicht mehr total verbergen lassen. Selbst in einigen neueren Lehrbüchern merkt man es bereits durch, dass es mit dem Vulkanismus nicht mehr ganz geheuerlich steht, denn wenn sie auch im Eingange denselben als eine ausgemachte Sache verkündigen, so kommt im weiteren Verlaufe der hinkende Bote schon noch nach mit der Erklärung, dass neuerdings „eine Reaktion zu Gunsten des

Neptunismus" eingetreten sei, und dass man daher abzuwarten habe, „zu welchem Endresultate die Forschung der Berechtigten führen werde."

Der Geolog hat allerdings eine schwierige Aufgabe, indem er mit seinem Versuche die Entstehung der Erde zu erklären, fast in alle übrigen Gebiete der Naturwissenschaft hinübergreifen muss, während doch deren Umfang so ungeheuer geworden ist, dass auch der hochbegabteste Geist denselben nicht mehr allseitig zu durchdringen vermag. Aber auch selbst bekannte Erfahrungen, wenn sie anderen Gebieten als dem engeren geologischen angehören, treten nicht immer zur Abhaltung von falschen theoretischen Konstruktionen rechtzeitig in die Erinnerung; so z. B. hätte die Lehre vom Centralfeuer nicht zu der Zuversicht, die sie jetzt zeigt, gelangen können, wenn ihre Vertreter sich an die bekannte Angabe der Physik erinnert hätten, dass jeder Magnet schon in der Glühhitze seine magnetische Kraft vollständig einbüsst, und dass demnach nicht einzusehen ist, wie ein feuerflüssiger Erdkern von so ungeheuern Dimensionen, wie berechnet wurde, mit den Thatsachen des Erdmagnetismus in Vereinbarung gebracht werden könne.

Im letzten Abschnitte dieses Bandes habe ich die Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie vorgenommen, wobei mir vorzugsweise zwei ausgezeichnete Arbeiten, nämlich die Genesis von Delitzsch [2. Aufl. 1853] und die Bibel und Astronomie von Kurtz [3. Aufl. 1853] trefflich zu Statten gekommen sind. Insbesondere habe ich letzterem Werke viel zu verdanken und bin ihm nunmehr vollständig darin beigetreten, dass die Erschaffung der Erde mit ihren Gebirgen und der in letzteren begrabenen Thier- und Pflanzenwelt nicht in den Verlauf des Sechstagewerks hineinfällt, sondern mit dem ersten Verse der Genesis beschlossen ist. Ich habe mich nicht leicht getrennt von meiner früheren Ansicht, dass dieser Vers blos als summarische Ankündigung des darauf folgenden Schöpfungswerkes und der 2. Vers als Bericht von der Erschaffung der Elementargrundlagen des Entwickelungsprozesses der Erde zu fassen sei, weil ein solcher Zustand allerdings von der Chemie vorausgesetzt wird und eine besondere Erwähnung desselben daher ganz gerechtfertigt wäre. Wirklich habe ich auch an dieser früheren Deutung noch im zweiten und dritten Abschnitte dieses Bandes festgehalten; indess als ich beim vierten die Gründe für und wider reiflich überlegte, um zu einer sichern Entscheidung zu gelangen,

erkannte ich bald und unzweifelhaft die Nothwendigkeit, den von Kurtz und andern Theologen aufgestellten Gründen nachzugeben und ihrer Meinung vollkommen zuzustimmen. Dies mag zum Beleg dienen, dass ich gerne geneigt bin, Gegengründen Gehör zu leihen, wenn sie nämlich eine überzeugende Beweiskraft besitzen; wo ihnen aber eine solche abgeht, kann mich weder das Gewicht noch die Zahl der Stimmen vermögen, auf das Recht freier Forschung und aus dieser gewonnenen selbstständigen Ueberzeugung Verzicht zu leisten.

So seltsam es auch klingen mag, so besteht doch ein Theil der Geologen auf dem Versuche eine „Schöpfungsgeschichte“ ohne Schöpfer zu entwickeln. Um zu beurtheilen, in wie weit ein solcher Versuch gelungen, braucht man nur darauf zu achten, wie dessen Unternehmer zu einem Anfange der Welt und dann wieder zu dem der Organismen, so wie zur Begründung der Mannigfaltigkeit der Gestaltungen im unorganischen Gebiete gelangen. Entweder schweigen sie ganz über diese höchst fatalen Punkte, und dies ist noch das Rathsamste, oder wenn sie darauf eingehen, suchen sie ihr Unvermögen, dieselben von ihrem Standpunkte aus wissenschaftlich zu rechtfertigen, hinter leeren Redensarten zu verbergen, oder diese Meister des souveränen Wissens und Todfeinde des Glaubens erlauben sich Voraussetzungen, die völlig unbeweisbar und unbegreiflich sind und deren Hinnahme daher einen kolossalen Köhlerglauben erfordert. Auf solche Kunststücke habe ich mich in meiner Interpretation der Geschichte der Urwelt nicht eingelassen; im Gegentheile habe ich gezeigt, dass eine Schöpfungsgeschichte ohne unmittelbare Zuziehung eines Schöpfers wissenschaftlich gar nicht konstruirt werden kann, dass sie ohne ihn gar nicht vom Fleck kommt. Man kann nun einmal des Glaubens sich nicht entschlagen, man mag es anfangen, wie man es wolle: ist es nicht der rechte, so ist es der falsche, und wenn man von einem Gegensatze des Wissens und Glaubens spricht, so ist hiemit nur einer der kräftigsten Grundirrthümer des modernen Zeitgeistes zur Schau getragen.

München, den 3. November 1856.

A. Wagner.

INHALTSVERZEICHNISS.

Seite

Einleitung 1

ERSTER ABSCHNITT.

Geognostische Grundbegriffe und allgemeine Verhältnisse der Gebirgsgesteine 3

I. Kapitel. Krystallinischer u. amorpher Zustand . . . 4

II. Kapitel. Struktur der Gebirgsgesteine. 9

III. Kapitel. Besondere Lagerstätten. 14

ZWEITER ABSCHNITT.

Geogenie. Theorien über die Entstehungsweise besonderer Gebirgsverhältnisse und des Erdkörpers im Ganzen 18

I. Kapitel. Geschichte der Geologie 20

Goethe's Urtheil über die neue geologische Schule 29

II. Kapitel. Die Bildung der besondern Lagerstätten. . 32

III. Kapitel. Mechanische und chem. Bildungen. Sandstein- und Konglomeratbildung. Reibungskonglomerate u. Rutschflächen 49

IV. Kapitel. Die Quarzbildung u. Surfusionstheorie 62

V. Kapitel. Der Druck als Nothhelfer 78

VI. Kapitel. Das Centralfeuer 81

VII. Kapitel. Die Hebungstheorie 98

VIII. Kapitel. Folgerungen aus den Uebergängen der Gebirgsarten ineinander. Metamorphismus u. Kontakterscheinungen 125

IX. Kapitel. Theorie der Erdbildung 136

1. Der Vulkanismus 139
2. Der Neptunismus 142
3. Theorie von N. v. Fuchs . 143
   Ein Sendschreiben desselben 153
4. Weitere Erläuterungen . . 164

DRITTER ABSCHNITT.

Seite

Charakteristik und Eintheilung der Gebirgsarten 174

I. Kapitel. Petrographische Charakteristik d. Gebirgsarten 174

A. Kieselreihe. 175

§. 1. Granitische Felsarten 178
1. Der Granit 179
Granitbildung 185
Granit des Harzes . . . 201
2. Der Gneiss. 209
3. Der Weissstein 212
4. Der Syenit 214
5. Der Quarzfels 216

§. 2. Urschiefer 218
6. Der Glimmerschiefer . . 218
7. Der Thonschiefer. . . . 223
8. Der Chloritschiefer . . . 224
9. Der Talkschiefer 225
Itakolumit u. Eisenglimmerschiefer. Topasfels . . . 225

§. 3. Dioritische Felsarten 225
a. Grünsteine 226
†) Hornblendige Grünsteine 227
10. Der Diorit 227
††) Augitische Grünsteine . 228
11. Der Diabas. 229
b. Schillergrünsteine . . . 237
12. Der Gabbro [Euphotid] . . 238
13. Der Paulitfels [Hypersthenit] 238
14. Der Omphazitfels [Eklogit] 239
c. Serpentinite 239
15. Der Serpentinfels . . . 239
d. Basaltite 241
16. Der Melaphyr 241

§. 4. Porphyre 244
17. Der Porphyr 245
18. Der Trachyt 251
Trachytbildung 255
19. Der Klingstein [Phonolith] 262

Seite

§. 5. Glasite 264
20. Der Pechstein 264
21. Der Perlstein 265
22. Der Obsidian 266
23. Der Bimstein 267
Glasitbildung 268

§. 6. Basaltgesteine . . . 272
24. Der Basalt 272
Basaltbildung 277
25. Der Leuzitophyr 302

§. 7. Vulkanische Gesteine 303
Laven 303

§. 8. Sandsteine. 318

B. Kalkreihe 320
1. Der Kalkstein 320
2. Der Dolomit 322
Die Dolomitbildung . . . 323
3. Der Gips 339

C. Kohlenreihe 341
1. Der Graphit 341
2. Die Steinkohle 341
3. Die Braunkohle 344
Kohlenbildung. 345

D. Nebenreihen 353
1. Das Steinsalz 353
2. Das Eisengeschlecht . . 356

II. Kapitel. Lagerungsreihe der Gebirgs-Formationen . . 358

I. Klasse. Das Urgebirge . 360
a. Die Urgebirgsarten d. Kieselreihe 361
1. Der Granit 361
2. Der Gneiss 363
3. Der Glimmerschiefer . . 363
4. Der Urthonschiefer . . . 364
5. Der Chlorit- u. Talkschiefer 364
6. Der Itakolumit und Eisenglimmerschiefer 364
Topasfels 364

Seite

7. Der Syenit und Porphyr . 364
8. Der Weissstein 365
9. Der Quarzfels 365
10. Der Grünstein u. Serpentin 365
11. Der Gabbro, Paulitfels und Omphazitfels 365
b. Die Urgebirgsarten der Kalkreihe 365
1. Der Urkalk 365
2. Der Urdolomit 368
3. Der Urgips 368
c. Die Urgebirgsarten d. Kohlenreihe 368
1. Der Graphit 368

II. Klasse. Das Uebergangsgebirge 369
a. Felsarten 370
1. Der Uebergangsthonschiefer 371
2. Die Grauwacke 372
3. Sandsteine und Quarzitgesteine 374
4. Uebergangskalkstein und Dolomit 374
5. Steinkohlen und Erzlager . 375
b. Versteinerungen . . . 375
Silurische und devonische Gruppe 378

III. Klasse. Das Flötzgebirge 382

I. Die Steinkohlen-Formation . . 383
1. Der Kohlen- oder Bergkalk 383
2. Das kohlenführende Gebirge 384

II. Die Zech-Formation 387
1. Das Rothliegende . . . 387
2. Der Zechstein 389

III. Die Trias-Formation 392
1. Der Buntsandstein . . . 393
2. Der Muschelkalk 395
3. Der Keuper 396

IV. Die Jura-Formation 400
1. Die Liasgruppe 402
2. Die Jurakalkgruppe . . . 405
3. Der Wälderthon 415

V. Die Pläner- oder Kreide-Formation 416
1. Untere Gruppe 419
2. Obere Gruppe 420

IV. Klasse. Das Tertiärgebirge 421
Die Nummuliten-Bildung . . 427
Die Flysch-Bildung 429
Die Molasse-Formation . . . 429
Die tertiären basaltischen und trachytischen Gesteine . . 432

V. Klasse. Das Fluthland . . 433
Die Findlinge oder Wanderblöcke 438
Die Knochenhöhlen u. Knochenbreccien 448
Die Fauna der Tertiär- und Diluvial-Gebilde im Allgemeinen 451
Vergleichung der Tertiär- und Diluvialthiere miteinander und mit denen der Jetztzeit . . 462
Die letzte grosse Katastrophe . 468

VIERTER ABSCHNITT.

Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie 471
Ueber die Autorität der mosaischen Genesis 475
1. Zur Orientirung in d. Streite gegen die Autorität des Pentateuchs 475
2. Einiges über das Alter der ältesten Urkunden über die Schöpfungsgeschichte . . . 488
3. Der Anfang der Schöpfung 494
4. Das erste Tagwerk . . . 499
5. Das zweite Tagwerk . . 502
6. Das dritte Tagwerk . . . 503

Seite
7. Das vierte Tagwerk . . . 508
8. Das fünfte Tagwerk . . . 513
9. Das sechste Tagwerk . . 514
10. Der siebente Tag. Der Ruhetag 518
11. Die Sündfluth 519
12. Die Sündfluthsagen d. heidnischen Völker 536
13. Das Ende 544

EINLEITUNG.

Die Geognosie ist die Wissenschaft von der mineralischen Zusammensetzung unserer Erde, oder, da wir von dem Innern derselben nichts Bestimmtes wissen, vielmehr nur der Erdoberfläche. Man unterscheidet von ihr die Geologie, oder die Theorie der Erdbildung, für welche man neuerdings den Namen Geogenie eingeführt hat, der allerdings den Inhalt dieser Doktrin schärfer bezeichnet. Man bedient sich dann des Ausdruckes Geologie im allgemeineren Sinne, in welchem er die Geognosie und die Geogenie zugleich, als seine beiden Unterabtheilungen, in sich begreift.

Die Geologie, in letzterer allgemeinerer Bedeutung genommen, unterscheidet sich von der Oryktognosie [oder der Mineralogie im engeren Sinne] dadurch, dass, während letztere die Kenntniss aller Mineralarten zum Gegenstande hat, die erstere dagegen nur mit denjenigen Mineralspezies sich befasst, welche an der Zusammensetzung der Erde [oder vielmehr der Erdrinde] im Grossen einen wesentlichen Antheil nehmen. So sind z. B. die sämmtlichen Edelsteine und edlen Metalle kein Gegenstand der Geognosie, weil sie nicht zu den wesentlichen Bestandtheilen des Erdkörpers gehören, während dagegen Quarz, Kalkstein, Serpentin es sind und daher sowohl von der Oryktognosie als von der Geognosie in den Bereich ihrer Betrachtungen gezogen werden.

Ein weiterer Unterschied zwischen der Geognosie und Oryktognosie besteht darin, dass letztere, als die Lehre von den Mineralarten, ganz von der Zusammensetzung der Gesteinsmassen absieht und nur die einzelnen Spezies ins Auge fasst, während die Geognosie gerade die Zusammensetzung der Gesteinsmassen zuvörderst in Betrachtung zieht. Letztere bestehen entweder aus einer einfachen Mineralart, die demnach auch in den Bereich der Oryktognosie fällt, oder sie sind aus mehreren Mineralarten zusammengesetzt, von denen dann zwar jede einzeln für sich von dieser in Anspruch genommen wird, nicht aber nach ihrer Verbindung zu einer besondern Felsart. So z. B. besteht der Granit aus Quarz, Glimmer und Feldspath, also aus drei Mineralarten, deren Kenntniss uns von der Oryktognosie gewährt wird, dagegen schliesst sie die Verbindung dieser drei Spezies zu Granit aus dem Kreise ihrer Betrachtungen aus und überlässt dieses gemengte Gestein der Geognosie.

Der geognostische Begriff der Art [Spezies] ist daher nicht iden-

tisch mit dem oryktognostischen; jener umfasst sowohl die gemengten als einfachen Gesteine, aber auch von letzteren nur diejenigen, welche wesentlich in die Zusammensetzung des Erdkörpers eingreifen. Man bezeichnet die geognostischen Arten mit dem Namen der Gebirgsarten [Felsarten], weil die Gebirge nicht blos den auffallendsten Theil der Erdrinde ausmachen, sondern weil sie auch nach der Tiefe fortsetzen und die Unterlagen der Ebenen und des Meeresbodens abgeben, also überhaupt die feste Masse der Erdrinde, die Erdveste selbst, bilden.

Um uns nicht zu weit von der eigentlichen Aufgabe der Geologie zu entfernen, so übergehen wir hier die Betrachtung der allgemeinen Verhältnisse der Erdoberfläche, der Vertheilung des Festlandes und des Wassers, der Gestalt der Kontinente und des Verlaufs der Gebirgszüge, der atmosphärischen Verhältnisse u. s. w., deren Erörterung wir der physikalischen Geographie* überlassen und als bereits bekannt hier voraussetzen. Dagegen ist es nöthig vor Allem sowohl die geognostischen als geogenischen Grundbegriffe genau zu erörtern, weil wir mit Mohs von der Nothwendigkeit überzeugt sind, „in wissenschaftlichen Untersuchungen alle Sorgfalt darauf zu verwenden, dass die ersten Begriffe, d. h. diejenigen, von welchen man ausgeht, wenn sie auch noch so unbedeutend scheinen, zu vollkommener Richtigkeit gebracht werden.“ Wir befassen uns daher zuvörderst mit der Feststellung der ersten Grundbegriffe und der auf sie gestützten Erläuterung der allgemeinen Verhältnisse, bevor wir zur Charakteristik der Gebirgsarten und ihrer Entstehungsweise im Einzelnen übergehen. Zum Schlusse soll eine Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie vorgenommen werden.

Demnach theilt sich die Aufgabe, die im vorliegenden Werke behandelt werden soll, in 4 Abschnitte:

I. Geognostische Grundbegriffe und allgemeine Verhältnisse der Gebirgsgesteine;
II. Geogenie oder Theorien über die Entstehungsweise besonderer Gebirgsverhältnisse und des Erdkörpers im Ganzen;
III. Charakteristik und Eintheilung der Gebirgsarten, mit spezieller Betrachtung der Entstehungsweise jeder einzelnen derselben;
IV. Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie.

Während in der ersten Auflage meiner „Geschichte der Urwelt“ der I. Abschnitt: Geschichte der Erdbildung, sich auf die Geogenie beschränkte, habe ich diesmal durch Zufügung der Charakteristik der Gebirgsarten eine Uebersicht über das ganze Gebiet der Geologie [Geognosie und Geogenie zusammengenommen] zu geben versucht.

---

* In dieser Beziehung verweise ich auf K. v. Raumer's Lehrb. d. allgem. Geograph. und v. Schubert's Weltgebäude.

ERSTER ABSCHNITT.

Geognostische Grundbegriffe und allgemeine Verhältnisse der Gebirgsgesteine.

Die Gebirgsgesteine, Gebirgsarten, sind, wie eben erwähnt, entweder gleichartig, einfach, wenn sie nur aus einer Mineralspezies bestehen, wie z. B. der Kalkstein, oder ungleichartig, gemengt, wenn ein solches Gestein aus zwei oder mehr Arten, Gemengtheilen, zusammengesetzt wird, wie z. B. der Syenit, der aus Feldspath und Hornblende, oder der Granit, der aus Quarz, Glimmer und Feldspath besteht. Uebrigens wird die Bezeichnung eines Gesteines als einfach nur im oryktognostischen, nicht im chemischen Sinne dieses Wortes genommen, denn der Kalkstein, der geognostisch und oryktognostisch einfach genannt wird, ist es nicht in chemischer Hinsicht, indem er aus Kalkerde und Kohlensäure zusammengesetzt ist. Die chemischen Zusammensetzungen unterscheiden sich wesentlich von den geognostischen dadurch, dass bei jenen die einzelnen Körper ihre besondern Eigenschaften abgelegt haben, um einen ganz eigenthümlichen neuen Körper, der nichts mehr von jenen gemein hat, hervorzubringen, während bei der geognostischen Zusammensetzung keine innerliche Durchdringung der zusammensetzenden Gemengtheile erfolgt, sondern diese nur äusserlich miteinander verbunden und durcheinander gemengt sind, so dass ein jeder derselben seine eigenthümliche Beschaffenheit beibehält. Bisweilen werden die Gemengtheile so klein und fein, dass sie schwierig oder gar nicht mehr unterscheidbar sind, und es können alsdann gemengte Gesteine für einfache gehalten werden. Ein Beispiel liefert der Basalt, der früherhin als einfaches Gestein genommen und deshalb auch in der Oryktognosie aufgeführt wurde, bis man aus seinen Uebergängen in den deutlich gemengten Dolerit zur Ueberzeugung kam, dass der Basalt gleichfalls ein gemengtes Gestein ist, womit denn auch die Oryktognosie ihn von nun an aus ihrem Bereiche ausschloss, um ihn ganz der Geognosie zu überlassen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Geognosie die Kenntniss der Oryktognosie voraussetzt; die letztere bleibt demnach im vorliegenden Werke von unseren Betrachtungen ausgeschlossen.*

I. KAPITEL.

Krystallinischer und amorpher Zustand.

Obwohl die Unterscheidung der Mineralkörper in krystallinische und amorphe eigentlich der Oryktognosie zuständig ist, so müssen wir doch auch hier, wenigstens in der Kürze, darauf eingehen, theils weil diese Differenzen in geognostischer und geogenischer Hinsicht sehr wichtig sind, theils weil noch immer häufig genug Verwechslungen des amorphen Zustandes mit gewissen krystallinischen Verhältnissen vorkommen, wodurch die Fundamentalbegriffe der Geologie verrückt worden sind.

Wir bezeichnen die Krystalle als durch eine eigenthümliche Kraft gebildete Körper, welche von ebenen Flächen, Kanten und Ecken symmetrisch begrenzt sind und einen, mit der äusseren Begrenzung übereinstimmenden innern Bau haben. Das Wesen des Krystalls macht also nicht ausschliesslich seine äussere regelmässige Gestalt aus, sondern eben so wesentlich ist seine regelmässige innere Struktur, die sich durch bestimmte Richtungen der Spaltbarkeit und der Blätterdurchgänge kund giebt und also regelmässige Unterbrechungen im Innern des Krystalls veranlasst. In allgemeinerer Bedeutung verstehen wir unter krystallinischen Körpern alle diejenigen, welche ein regelmässiges inneres Gefüge haben, gleichviel, ob sie zu einer regelmässigen äusseren Gestaltung gelangt sind oder nicht. Die krystallinische innere Struktur bleibt, auch wenn man den Krystall zertrümmert und zu Pulver zerstösst; sie ist so unzerstörbar auf mechanischem Wege, als es auf diesem seine chemische Natur ist.

Mit den Krystallformen selbst hat sich die Geognosie nicht zu befassen, da die Gebirgsarten wohl selbige einschliessen können, aber nicht als solche auftreten, desto mehr aber hat sie es mit krystallinischen Massen zu thun, d. h. mit Haufwerken von unausgebil-

* Bezüglich der Oryktognosie verweise ich auf die Naturgeschichte des Mineralreichs, nach den Vorlesungen von Dr. Joh. Nep. Fuchs. Kempten 1842; dieselbe macht den III. Band meines Handbuches der Naturgeschichte aus und giebt, soweit die Geognosie auf die Oryktognosie sich stützt, die Grundlage für jene ab. — Wer nur mit den Hauptsachen der Oryktognosie und ihrer beiden Hülfswissenschaften, der Chemie und Physik, sich bekannt machen will, dem ist kein besseres Buch zu empfehlen als Schödler's Buch der Natur. 7. Aufl. Braunschw. 1853.

deten Krystallindividuen, die mehr oder weniger miteinander zu einem Ganzen verwachsen sind und entweder gar nichts von einem regelmässigen äussern Umriss zeigen, oder doch nur an einzelnen freien Stellen einige Krystallflächen ausgebildet haben. Solche krystallinische Massen entstehen, wenn es den Krystallen bei ihrem Bildungsakte an freiem Raume gebricht, was immer der Fall ist, wenn sich eine grosse Menge derselben haufenweise zusammendrängt und wenn dabei die Krystallisation sehr rasch erfolgt. Diese eben genannten Haufwerke, die aus gleichartigen Theilen einer und derselben Mineralart zusammengesetzt sind, gehören demnach auch zu den krystallinischen Gebilden, wenn gleich sie in ihrer Verbindung zu einem Ganzen zu keiner regelmässigen äussern Gestaltung gelangt sind; man bezeichnet sie auch mit dem Namen derber Massen.

Je nachdem die Krystallisationskraft bei der Bildung dieser Haufwerke einen grösseren oder geringeren Einfluss bethätigen kann, je nachdem gelangen auch die einzelnen Krystallpartikeln zu einer grösseren oder geringeren Selbstständigkeit und Absonderung voneinander, obwohl sie theilweise immer miteinander verwachsen sind. Der Form ihrer Zusammensetzungsstücke nach unterscheidet man diese krystallinischen Haufwerke in körnige, stengelige und schalige Massen. In den körnigen sind die Zusammensetzungsstücke ziemlich gleich lang, breit und dick; in den stengeligen, zumal in den faserigen, überwiegt die Länge über die beiden andern Dimensionen, und in den schaligen ist die Dicke viel geringer als die Länge und Breite. Diese Formen gehen indessen häufig ineinander über und lassen keine scharfen Grenzen zwischen sich ziehen; wichtiger aber ist die Grösse der Zusammensetzungsstücke und die allmählige Verringerung derselben bis zu einem Grade, in welchem die einzelnen Stücke nicht mehr unterscheidbar sind und die sogenannten dichten Massen* bilden.

Ein sehr lehrreiches Beispiel von diesem Uebergange liefert die bekannte Mineralart: der Kalkstein. Unter den vielen Varietäten, unter denen er auftritt, ist eine der vorzüglichsten der körnige Kalkstein, dessen Körner von sehr verschiedener Grösse sind. In einem Stück sind sie gross und grob, in einem andern werden sie kleiner, wieder in einem andern werden sie noch feiner, so dass ein zuckerartiges Ansehen zum Vorschein kommt, und wenn man in dieser Weise unter den Kalksteinen aussucht, so findet man zuletzt Stücke, in welchen die Körner nicht mehr unterscheidbar sind, also als eine dichte, kompakte Masse erscheinen. Bringt man jedoch einen Splitter von einem ganz homogenen Kalkstein, wie z. B. vom lithographischen Schiefer oder selbst vom Kalktuff, unter das Mikroskop, so zeigt er sich als ein krystallinisch-körniges Aggregat wie körniger Marmor. Dieser allmählige Uebergang in ununterbrochener Reihe, in welcher es nirgends

* Derb und dicht darf man ja nicht miteinander verwechseln, es sind zwei ganz verschiedene Fundamentalbegriffe.

einen Abschnitt giebt, darin etwas aufhört und etwas Anderes anfängt, von dem grobkörnigen Kalksteine an mit deutlich sichtlicher krystallinischer Struktur bis herunter zu den dichten Massen, in welchen letztere verwischt ist, belehrt demnach, dass auch die dichten Gesteine krystallinische Gebilde sind. Dazu kommt noch, dass diese dichten Massen, abgesehen von der Krystallisation, in den übrigen wesentlichen Eigenschaften ganz und gar mit den krystallinischen Massen und wirklichen Krystallgestalten der nämlichen Spezies übereinstimmen, was, wie nachher gezeigt wird, nicht der Fall sein könnte, wenn ihnen das krystallinische Gepräge ganz abginge. Der dichte Kalkstein ist also, um mich der Worte von Mohs* zu bedienen, „nicht eine verhärtete Masse von zerriebenem körnigem Kalksteine, kein ausgetrockneter Schlamm, überhaupt keine mechanische oder Sedimentbildung, sondern ein wahrhaft krystallinisches Erzeugniss, wie der körnige Kalkstein, welche Grösse die Individuen desselben auch besitzen. Denn wer dem widersprechen wollte, müsste in der obigen Reihe nachweisen, wo Bildungen dieser Art aufhören und Bildungen jener anfangen, was Niemand, der die zusammengesetzten Mineralien nur einigermassen studirt hat, zu thun im Stande ist.“

So einleuchtend und evident dieser Grundbegriff zu sein scheint, dass nämlich körnige und dichte Varietäten einer und derselben Mineralspezies gleichartiger krystallinischer Entstehungsweise sind, und so nachdrücklich er auch von mir, von Nep. v. Fuchs, Mohs und einigen andern Oryktognosten und Geognosten behauptet worden ist, so hat er doch nichts weniger als einen allgemeinen Eingang in der Geognosie gefunden, im Gegentheil zählt die Ansicht, welche im Vorstehenden von Mohs bestritten wird, nicht wenig Anhänger und hat, wie sich später zeigen wird, wegen ihrer Unrichtigkeit zur Verwirrung der geologischen Theorien wesentlich mitgewirkt.

Was von der krystallinischen Bildung der dichten Gesteine behauptet worden ist, gilt auch von den erdigen Massen, wenigstens insofern sie sich als blose Abänderungen von krystallinischen Gesteinen nachweisen lassen. Dies ist z. B. der Fall mit der Kreide, welche eine der vielen Varietäten des Kalksteines ist und theils als feste Kreide, theils als zerreibliche und abfärbende Schreibkreide vorkommt. Wenn bei dem Kalksteine die Krystallisationskraft in dem Kalkspathe ihr Maximum erreicht hat, so ist sie bei der Kreidebildung zu ihrem Minimum herabgesunken. Die Kreide, obwohl erdig und zerreiblich, ist demnach ebenfalls ein krystallinisches Gebilde, so gut als ein solches der körnige Kalkstein auch dann noch bleibt, wenn gleich er zum feinsten Pulver zerstossen wird, weil durch die grösstmögliche Verkleinerung der Partikeln die krystallinische Beschaffenheit eines Körpers nicht vernichtet werden kann.

Als Beispiele zur Erläuterung des Gesagten können weiter dienen

---

* Geognos. S. 24; vgl. auch Nep. Fuchs, Naturgesch. d. Mineralreichs S. 58.

der Quarz, Feldspath, Flussspath, Baryt, die sämmtlich in vollkommnen Krystallformen, so wie in blos derben krystallinischen Massen von den verschiednen Graden krystallinischer Ausbildung bis herunter zu den dichten und erdigen Abstufungen vorkommen.

Ausser dem krystallinischen Zustande kennt man aber an gewissen Körpern noch einen andern, den amorphen Zustand, dessen Wesen uns erst Nep. v. Fuchs* enthüllt hat und welcher nicht etwa eine blose Degradation des ersteren ist, wie solches bei den dichten Massen der Fall ist, sondern das direkte Gegentheil, nämlich nicht nur Mangel einer äussern Krystallgestaltung, sondern auch gänzlicher Mangel einer innern krystallinischen Struktur. Die amorphen Körper sind demnach in ihrer ganzen Masse homogen, ein ununterbrochenes, wie aus einem Gusse gebildetes, stetig ausgedehntes Kontinuum, in dem gar keine bestimmte Richtung und Absonderung der Partikeln stattfindet. Einen solchen amorphen Zustand zeigen alle Flüssigkeiten, sowohl tropfbare als gasförmige, und in denselben verfallen alle krystallinischen Körper, wenn sie auf trocknem oder nassem Wege flüssig gemacht werden. Es giebt aber auch feste Körper im amorphen Zustande, wenn sie gleich weit seltner sind als die krystallinischen, und man kennt gewisse Mineralarten, die in beiden Zuständen, nämlich in dem krystallinischen und amorphen, vorkommen.

Eines der belehrendsten Beispiele bietet die Kieselerde dar, die krystallinisch als Quarz, amorph als Opal sich darstellt und darnach auch verschiedene Eigenschaften zeigt. Der Opal entbehrt nicht blos die äussere Krystallform, sondern sein Inneres zeigt ein Kontinuum von gleichem Zusammenhange nach allen Richtungen, wie bei einer tropfbaren Flüssigkeit. Dass er nicht etwa eine besondere Varietät des dichten Quarzes, wie z. B. der Hornstein, ausmacht, ergiebt seine grosse Differenz von selbigem nach seinen physischen wie chemischen Eigenschaften. Vom Quarze unterscheidet er sich nämlich durch seinen glatten und glänzenden Bruch, weit geringere Härte, viel geringeres spezifisches Gewicht, einfache Strahlenbrechung, ferner dass er zu Pulver zerrieben sich mit Kalk auf nassem Wege verbindet und damit unter Wasser erhärtet, was beim Quarze nicht der Fall ist. Weiter wird dieser bei gewöhnlicher Temperatur vom Kali gar nicht angegriffen, während der Opal nach und nach ganz darin aufgelöst wird; in siedender Kalilauge verschwindet das Opalpulver nach wenigen Minuten, während das Quarzpulver nur äusserst langsam darin sich auflöst.

Zwischen Quarz und Opal ergiebt sich demnach nicht blos ein sehr grosser formaler, sondern ein eben so grosser qualitativer Unterschied, obgleich beide aus dem nämlichen Material, reiner Kieselerde, bestehen. Zwar ist der Opal wasserhaltig und man könnte also seine Verschiedenartigkeit vom Quarze auf Rechnung des Wassergehaltes

---

* Ueber die Theorien der Erde, den Amorphismus fester Körper u. s. w. Münch. 1844 S. 22, 36, 51.

bringen. Dass man jedoch hiemit im Irrthume wäre, beweist erstlich der Umstand, dass letzterer nicht ein konstanter Bestandtheil wie bei den eigentlichen Hydraten, sondern ein wechselnder ist, von weniger als 3 Prozent bis über 12; ferner verbleibt der Opal, wenn ihm durch Ausglühen das Wasser ganz entzogen wurde, immer noch Opal, behält das nämliche Ansehen und löst sich fast noch eben so leicht in Kali auf wie vorher. Das auffallend verschiedenartige Verhalten zweier Körper, die wie Quarz und Opal eine gleiche chemische Zusammensetzung haben, kann also nur daraus erklärt werden, dass der eine unter Einfluss der Krystallisationskraft gebildet wurde, daher krystallinisch ist, der andere diesem Einflusse entzogen war, daher äusserlich und innerlich gestaltlos, strukturlos, amorph geworden ist.

Quarz und Opal können wir auf künstlichem Wege nicht ineinander umwandeln, wohl aber ist dies mit dem Schwefelantimon möglich, das wir bald im krystallinischen, bald im amorphen Zustande, wornach es jedesmal verschiedne Eigenschaften erlangt, auftreten lassen können. Eben so lässt sich das Schwefelquecksilber in zwei verschiedenartigen Zuständen mit verschiednen Eigenschaften darstellen, nämlich krystallinisch als Zinnober, amorph als mineralischer Mohr. In jedem Winter haben wir Gelegenheit das Wasser, das wir als Flüssigkeit nur amorph sehen, in seinem krystallinischen festen Zustande als Eis mit ganz anderer Beschaffenheit kennen zu lernen.

Die meisten Mineralkörper kommen nur im gestalteten krystallinischen Zustande vor, manche nur im amorphen, wie z. B. Pechstein, Perlstein, Obsidian, Bimsstein, Uranpecherz u. s. w.; andere lassen sich in beide Zustände versetzen. Amorphe Körper können sowohl auf trocknem als nassem Wege entstehen; letzterer bewirkt die Gerinnung [Koagulation], jener die Verglasung. Durch Koagulation sind entstanden: Opal, Allophan, Psilomelan, Uranpecherz, Kupfergrün u. s. w.; unter den verglasten ist vor allen das Glas selbst bemerklich zu machen, dem jedes krystallinische Kennzeichen abgeht und das daher zu den amorphen Köpern gehört. Es ist jedoch auch fähig zu krystallisiren, indem seine Ma se dann ein Haufwerk kleiner Krystalle bildet, die hiemit aber andere Eigenschaften erlangt, indem das Durchsichtige ins Durchscheinende sich umändert, die Härte grösser und das spezifische Gewicht anders wird. Zu den Gläsern gehören auch die Schlacken aller Art.

Als amorphe koagulirte Gebilde stellen sich auch mehrere aus den organischen Reichen abstammende unorganische Körper dar, namentlich alle Erdharze und Steinkohlen; in gleicher Weise gehören hieher alle auf nassem Wege bewirkten chemischen Niederschläge von schleim- oder gallertartiger Beschaffenheit, die sowohl durch diese Eigenschaft als durch ihre Fähigkeit, sehr viel Wasser in unbestimmten Verhältnissen aufzunehmen, was bei den krystallinischen Niederschlägen nicht so ist, sich zu erkennen geben. Wenn daher ein amorpher Niederschlag in einen krystallinischen übergeht, so verliert

er sehr an Umfang, wie dies am präcipitirten kohlensauren Kalk ersehen werden kann, wenn er aus dem amorphen Zustande zu einem krystallinischen Pulver sich gestaltet. Manche amorphe Körper, wie amorpher Schwefel und amorphe arsenige Säure, gehen schon bei gewöhnlicher Temperatur allmählig in den krystallinischen Zustand über, andere erleiden diese Veränderung, wenn sie bis auf einen gewissen Punkt erhitzt werden.

Aus den bisherigen Erörterungen ergeben sich zwei wichtige Resultate. Erstlich haben wir bei den festen Mineralkörpern zweierlei ganz verschiedne Zustände zu unterscheiden: den krystallinischen und amorphen, zwischen welchen es keine Uebergänge giebt, sondern die sich im direkten Gegensatze befinden. Zweitens können feste amorphe Körper geradezu krystallisiren, ohne zuvor durch das Feuer oder Wasser flüssig gemacht worden zu sein. Welch grosse Bedeutung dieser letzte Satz für die Theorie der Erdbildung hat, wird sich zeigen, wenn wir an deren Darstellung kommen.

So scharf auch zwischen krystallinischen und amorphen Körpern die Gegensätze ausgeprägt sind, so hat man doch selbst in neuester Zeit den Begriff des Amorphismus nicht immer klar aufgefasst und insbesondere krystallinische Körper, wenn sie es zu keiner äussern Krystallform gebracht, ebenfalls als amorph bezeichnet. Vor solcher Verwechslung muss man warnen: der Begriff eines amorphen Körpers erfordert mehr als den blosen Mangel der äussern Krystallgestalt, er schliesst die krystallinische Struktur überhaupt vollkommen aus.

II. KAPITEL.

Struktur der Gebirgsgesteine.

Von Struktur, Gefüge kann, wie eben auseinander gesetzt wurde, bei amorphen Gesteinen keine Rede sein, da bei diesen in der durchaus homogenen Masse nichts Verschiedenes wahrgenommen wird; Strukturverhältnisse können sich nur bei krystallinischen Massen einstellen, die aus gesonderten Partikeln bestehen und bei denen es also auch eine Verschiedenheit in der Art und Weise, wie diese miteinander verbunden sind, geben kann. Bezüglich der einfachen oder gleichartigen krystallinischen Gesteine ist die Verschiedenheit ihres Gefüges bereits erörtert worden; hier ist nun die Betrachtung der Strukturverhältnisse in ihrer Allgemeinheit zu erfassen, so dass auch die gemengten Gesteine, und zwar diese mit besonderer Berücksichtigung, in gedachter Beziehung in Erwägung kommen.

Die körnige Struktur kommt nicht blos bei einfachen Gesteinen, sondern noch weit häufiger bei den gemengten vor und ist zu-

gleich bei diesen von grösserer Bedeutung. Ein ausgezeichnetes gemengtes Gestein von körniger Struktur ist der Granit, in welchem seine drei Gemengtheile: Quarz, Glimmer und Feldspath, in der Form von grösseren oder kleineren Körnern, ohne Cement, aufs innigste miteinander verbunden sind, und zwar sind sie in einer Weise aneinander und durcheinander gewachsen, dass man daraus deutlich erkennt, dass diese Gemengtheile sich sämmtlich gleichzeitig zusammengefügt haben.

Die schiefrige Struktur entsteht, wenn die Masse aus dünnen plattenförmigen Lagen zusammengesetzt erscheint. Ein solches Gefüge zeigt sich selten bei einfachen Gesteinen und erlangt bei ihnen auch keine Vollkommenheit; anders ist es bei den gemengten Gesteinen, wo es häufig und in grosser Auszeichnung vorkommt. Bei letzteren nimmt gewöhnlich einer der Gemengtheile die Form von Blättchen an und zwar ist dies am häufigsten der Glimmer, der den Gesteinen ihre schiefrige Struktur verleiht. Die andern Gemengtheile sind entweder einzeln oder miteinander verbunden in platten- oder linsenförmigen Lagen im Gesteine enthalten. Ersteres ist der Fall beim Glimmerschiefer, der aus Quarz und Glimmer besteht, wobei der Quarz in dünnen Lagen zwischen den Glimmerblättchen erscheint; Letzteres tritt ein beim Gneiss, wo den eben erwähnten Gemengtheilen noch der Feldspath sich beigesellt, und diese drei Bestandtheile ordnen sich in der Weise aneinander, dass Quarz und Feldspath, im körnigen Gefüge verbunden, linsenförmige Parthien zwischen den Glimmerlagen bilden.

Wenn in einem ziemlich gleichförmigen körnigen Gemenge einer der Gemengtheile, am häufigsten der Feldspath, sich in grössern Krystallen ausscheidet, so bezeichnet man es als porphyrartiges Gestein; ein Beispiel hievon liefern gewisse Abänderungen des Granits. Wenn die Gemengtheile an Grösse immer mehr abnehmen, so dass zuletzt ein scheinbar einfaches Gestein daraus hervorgeht, in welchem einer der Gemengtheile, gewöhnlich der Feldspath, in zahlreichen Krystallen oder krystallinischen Körnern sich aussondert, so dass er in der Grundmasse wie eingebettet liegt, so entsteht die porphyrartige Struktur und ein solches Gestein heisst Porphyr, z. B. der Felsitporphyr, Grünsteinporphyr.

Die mandelsteinartige Struktur entsteht, wenn in der Hauptmasse rundliche oder plattgedrückte Räume sich finden, die entweder leer oder mit einem andern Gesteine theilweise oder ganz erfüllt sind. Die Kerne [Mandeln], wo sie vorhanden sind, bestehen entweder aus einer gleichförmigen Mineralart oder aus mehreren, insbesondere aus verschiedenen Varietäten des Quarzes. Gesteine von solcher Struktur heissen Mandelsteine.

Die hier besprochenen Verhältnisse der Struktur lassen sich schon an Handstücken erkennen, weil nach ihnen das ganze Gestein bis in seine kleinsten Theile herab zusammen gefügt ist. Etwas Anderes ist es mit der Struktur der Gebirgsmassen, weil diese im grösseren

Maassstabe Absonderungen zeigen, deren Verhalten gewöhnlich nur im Ganzen und Grossen deutlich erkannt wird.

Nur selten trifft man Gebirgsmassen, die bei einiger Ausdehnung keine Trennung oder Absonderung in ihrem Innern wahrnehmen lassen: gewöhnlich sind sie durch Trennungsflächen in Zusammensetzungsstücke abgetheilt und zwar in sehr verschiedenartiger Weise.

Am häufigsten, wenn gleich am wenigsten ausgezeichnet, findet sich die *unbestimmt eckige Absonderung* der Gebirgsmassen. Die Zusammensetzungsstücke kommen in allen Grössen vor und schliessen sich mit ihren Trennungsflächen fest aneinander an, oft so innig, dass nur die Aenderung des Gefüges oder der Färbung die Grenzlinien bemerkbar macht. Diese Struktur stellt sich häufig beim Granit, Basalt, auch mitunter beim Kalksteine ein.

Bei *massiger Absonderung* erlangen die einzelnen Zusammensetzungsstücke eine mehr oder minder kubische Form; in neuerer Zeit hat man diesen Begriff jedoch in der Weise gefasst, dass man alle Gesteine, die keine deutliche Schichtung verrathen, als massige bezeichnet.

Die *kugelige Absonderung* bringt rundliche oder sphäroidische, öfters mehr oder minder plattgedrückte Massen hervor; sie kommt beim Basalte, Grünstein, Porphyr u. s. w. zum Vorschein.

Die *säulenförmige Absonderung* bildet Säulen von unbestimmter Anzahl der Seitenflächen und von veränderlichen Winkeln, unter welchen die Flächen zusammenstossen. Diese Säulen sind demnach keine Krystalle, wohl aber krystallinische Massen. Am ausgezeichnetsten kommt diese Art der Absonderung beim Basalte vor [Fig. 1]. Die Säulen haben 3, 4, 5, 6 und mehr Seitenflächen, die uneben und rauh, selten glatt sind; ihre Länge wechselt von einigen Zoll bis zu mehreren hundert Fuss, und ihre Dicke steht gewöhnlich im Verhältniss zu ihrer Länge. Sie sind entweder senkrecht gestellt wie Orgelpfeifen, oder horizontal übereinander geschichtet wie abgesägte Holzstämme in einem Klaftermaasse. Bisweilen sind sie gegliedert.

Fig. 1.

Die *plattenförmige Absonderung* entsteht, wenn in einer Gebirgsmasse die trennenden Flächen, welche das Gestein plattenartig abtheilen, nicht durch die ganze Masse hindurchsetzen, sondern, wenn auch nach sehr langer Erstreckung, aufhören und von neuem wieder anfangen. Die Platten, welche durch diese Absonderung entstehen, liegen oft sehr regelmässig übereinander und zeigen eine verschiedene Stärke, indem sie theils sehr dick sind und dann auch eine grosse Ausdehnung erlangen, theils sehr dünn sind und dann gewöhnlich nur eine geringe Länge erreichen. Beispiele liefern der Basalt, Porphyr, Granit.

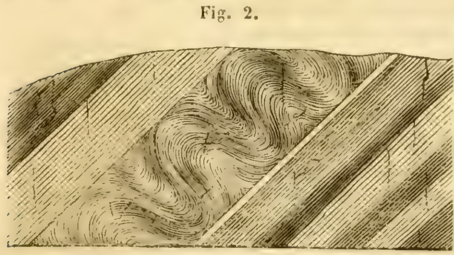
Bei der *Schichtung* gehen die Trennungsflächen [Schichtungsklüfte] durch die ganze Gebirgsmasse ohne Unterbrechung und Absatz

und ziemlich parallel hindurch und theilen diese in regelmässige Lagen [Schichten]. Ein ausgezeichnetes Beispiel von Schichtung liefert der lithographische Schiefer.

Mit der Schichtung kann die plattenförmige Absonderung in dem Falle leicht verwechselt werden, wenn bei dieser die Trennungsflächen in einer grossen Gebirgsmasse in derselben Richtung auf weite Erstreckung hin fortsetzen, bis auf einmal die eine oder die andere plötzlich in der Masse selbst aufhört, oder in eine andere sich verliert, so dass alsdann in der Fortsetzung dieser Richtung das Gestein nicht mehr abgetheilt ist. Als Beispiel einer solchen plattenförmigen Absonderung im grossartigsten Maassstabe können die bayerischen und wohl überhaupt die nördlichen Kalkalpen angeführt werden, die gewöhnlich als geschichtet betrachtet werden, obschon sie eigentlich nur plattenförmig abgetheilt sind. Will man eine solche plattenförmige Absonderung, die auf grosse Distanzen hin ein regelmässiges Ansehen behaupten kann, gleichfalls als Schichtung bezeichnen, wie es gewöhnlich geschieht, so ist sie wenigstens als unvollkommene Schichtung von der vollkommenen zu unterscheiden, deren Schichtungsklüfte durch die ganze Gebirgsmasse hindurch ohne Unterbrechung sich erstrecken.

Die Schichten einer geschichteten Gebirgsmasse liegen entweder horizontal wie die Abtheilungen eines Mauerwerkes, oder sie befinden sich in einer geneigten Stellung, die theils nur wenig von der horizontalen Lage abweicht, theils immer mehr sich aufrichtet, bis endlich die Schichten senkrecht stehen oder gar überhängig werden. In beiden Fällen, der horizontalen wie der schiefen Stellung der Schichten, verlaufen ihre Trennungsflächen in geraden Ebenen, mitunter aber krümmen sich die Schichten in wellen- oder zickzackförmigen Linien und, was am auffallendsten ist, bisweilen liegen solche, in der mannigfaltigsten Weise krumm gewundene Schichten mitten zwischen andern, die von geraden Ebenen begrenzt werden [Fig. 2].

Fig. 2.



Da die mannigfaltigen Verhältnisse, welche im Schichtenbau sich ergeben, sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Beziehung für den Bergbau von grosser Wichtigkeit sind, so hat sich eine eigne Kunstsprache zur Bezeichnung derselben ausgebildet, mit der man bekannt sein muss, um den Bergmann oder Geognosten, wenn er sich derselben bedient, zu verstehen.

Die Unterlage einer Schicht wird das Liegende oder Sohle genannt, die Bedeckung das Hangende oder Dach; ihre Stärke oder Dicke heisst die Mächtigkeit, ihre Endigung an der Gebirgsoberfläche das Ausgehende.

Die Lage geneigter Schichten wird durch ihr Streichen und Fallen

bestimmt. Die horizontale Ausdehnung, nämlich die Lage einer auf der Schichtenfläche gezogenen horizontalen Linie gegen den Meridian, oder der Winkel, welchen eine solche Linie mit der Mittagslinie einschliesst, heisst das Streichen der Schichten; die Neigung oder der Winkel, welchen geneigte Schichten mit der Horizontalebene bilden, bestimmt ihr Fallen. Das Streichen wird nach Stunden [Graden] des bergmännischen Kompasses bezeichnet, das Fallen wird in Graden angegeben mit Benennung der Weltgegend, nach welcher der Scheitel des Neigungswinkels gerichtet ist. Die Streichungslinie und die Falllinie stehen rechtwinklig aufeinander. Horizontale [söhlige] Schichten haben kein Streichen, weil sie mit der Horizontalebene parallel liegen; sie haben also auch kein Fallen.

Wenn geschichtete Gebirgsmassen so übereinander gelagert sind, dass alle ihre Schichten parallel mit einander verlaufen, also gleiches Streichen und Fallen haben, so sagt man, dass diese Massen aufeinander gleichförmig gelagert sind. Wenn aber von zwei übereinander liegenden Gebirgsarten die Schichten der einen nicht parallel mit denen der andern verlaufen, so sind sie ungleichförmig oder abweichend gelagert [Fig. 3]. Ist eine Gebirgsart zweien oder mehreren verschiedenen Gebirgsarten zugleich aufgelagert, so dass sie aus dem Gebiete der einen in das der andern hinübergreift, so nennt man jene übergreifend gelagert [Fig. 4].*

Fig. 3.

Fig. 4.

a. Grauwacke, b. Bergkalk, c. Kohlengebirge in gleichförmiger Lagerung; d. Lias in abweichender und übergreifender Lagerung.

Bilden die Schichten in ihrem Verlaufe eine Erhöhung, die in der Fortsetzung wieder nach Art eines Sattels abfällt, so nennt man eine solche Schichtungsform sattelförmig; im umgekehrten Falle, wenn die Schichten einer Vertiefung ihrer Unterlage, einer Mulde, entsprechen, muldenförmig. Als mantelförmig wird die Lagerung bezeichnet, wenn eine nach oben unbedeckte Gebirgsmasse in ihrem untern Theile von einer andern geschichteten Gebirgsart in der Weise ringsumher umgeben wird, dass deren Schichten nach allen Seiten von ihrer Unterlage abfallen.

* Es ist bemerklich zu machen, dass man sonst die Bezeichnung der übergreifenden Lagerung in einem andern, weniger passenden Sinn gebraucht hat.

III. KAPITEL.

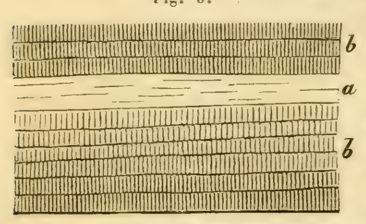
Besondere Lagerstätten.

Eine sehr häufige Erscheinung ist es, dass eine Gebirgsmasse andere, von ihr verschiedenartige Massen einschliesst, die ihr also untergeordnet sind und von sehr verschiedener Grösse und Form sich zeigen; sie führen den Namen der besonderen Lagerstätten.

Erreichen solche eingeschlossene und dabei unförmliche Massen keine besondere Grösse, so bezeichnet man sie als Nieren und Nester, und wenn sie eine linsenartige Gestalt annehmen, als Linsen. Erlangen sie eine erheblichere Grösse, so nennt man sie Stöcke, und zwar unterscheidet man liegende und stehende, je nachdem sie konform der Gesteinstruktur liegen oder dieselbe schneiden. Nehmen die untergeordneten Massen eine plattenförmige Gestalt an, so bezeichnet man sie als Lager und Gänge. Von den untergeordneten Lagerungsformen sind die beiden letzteren weitaus die wichtigsten und erfordern daher einige nähere Erläuterungen.

Lager nennt man diejenige plattenförmige Gebirgsmasse, die in einer andern grösseren, oder zuweilen auch zwischen zwei verschiednen Gebirgsarten, regelmässig eingefügt ist, so dass von ihr die Struktur und Schichtung der einschliessenden Massen nicht geschnitten wird, sondern sie mit derselben in Uebereinstimmung steht [Fig. 5]. Ein Lager in einer geschichteten Gebirgsmasse ist also ein Aequivalent für die Schichten, an deren Stelle sie getreten ist, und wenn es selbst geschichtet ist, so unterscheidet es sich von den einschliessenden Schichten nur durch sein verschiedenartiges Material. Von einem Lager gebraucht man alle die Kunstausdrücke, welche von den Schichten gelten, spricht also eben so vom Fallen und Streichen u. s. w.

Fig. 5.



a. Lager, b. b. Nebengestein.

Manche Lager haben eine sehr grosse Erstreckung, die mitunter so weit reichen kann, als die umschliessende Gebirgsmasse selbst sich ausdehnt; aus einer Gebirgsart in eine andere setzen sie jedoch nicht über. Weit fortsetzende Lager, die aus einem technisch wichtigen Material bestehen, bezeichnet der Bergmann als Flötze; ein Ausdruck, dessen er sich vorzüglich bei den Steinkohlenlagern bedient. Andere Lager erreichen keine solche Ausdehnung und gelangen in doppelter Weise zum Aufhören. Die einen nehmen nämlich allmählig an Mächtigkeit ab und werden immer schmäler und spitziger, bis sie sich zuletzt auskeilen, ohne dass sonst in ihrer Masse eine Verän-

derung vorgegangen ist. Die andern behalten ihre Mächtigkeit, aber das Gestein verändert sich, indem es Gemengtheile aus der umgebenden Gebirgsmasse aufnimmt und in dieser zuletzt aufgeht. So z. B. nehmen Lager von Hornblendeschiefer, die dem Gneisse untergeordnet sind, Glimmer auf und verschwinden endlich in letzterem. Solche Uebergänge können sowohl in der Richtung des Streichens und Fallens als in der der Mächtigkeit erfolgen. Es ist jedoch hiebei zu bemerken, dass Lager nicht immer in ihr Nebengestein übergehen, sondern häufig scharf von demselben abgegrenzt sind. Nach ihrer Ausfüllungsmasse unterscheidet man Gesteinslager und Erzlager.

Diejenigen plattenförmigen Mineralmassen, welche innerhalb einer andern, ihr fremdartigen Gebirgsmasse in der Art eingelagert sind, dass sie die Struktur und Schichtung der letzteren schneiden, heissen Gänge [Fig. 6. a]. Man unterscheidet sie ebenfalls in Gesteinsgänge und Erzgänge, und bedient sich zur Bezeichnung ihrer Richtung derselben Ausdrücke und Bestimmungen wie bei den Lagern. Von diesen sind sie ohnedies thatsächlich nicht strenge geschieden, denn es giebt Lager, welche eine Zeitlang vollkommen parallel mit der Struktur der sie einschliessenden Gebirgsmasse verlaufen, bis sie plötzlich eine andere Richtung nehmen und dieselbe gangartig durchschneiden, zuweilen aber dann wieder in ihre frühere Richtung zurückkehren; man nennt solche Lager Lagergänge. Bei den Gängen kommen sehr viele merkwürdige Verhältnisse zum Vorschein.

Fig. 6.

b a b

a. Gang.
b. b. Saalbänder.

In ihren Dimensionsverhältnissen sind die Gänge sehr verschieden. Von der Mächtigkeit einiger Zoll wachsen sie zu der von mehreren Lachtern, ja selbst zu 100 Fuss und darüber an und erreichen alsdann gewöhnlich auch eine bedeutende Länge, die zuweilen mehrere Meilen betragen kann. Ein Gang behält nicht immer auf seine ganze Erstreckung gleiche Mächtigkeit, sondern diese nimmt häufig stellenweise ab [der Gang verdrückt sich] oder zu [thut sich auf]. Nach den Enden zu wird er allmählig schmäler und keilt sich aus, oder wird durch eine Kluft oder andern Gang abgeschnitten. Wie weit die Gänge in die Tiefe reichen, ist von den meisten nicht bekannt; viele setzen nicht mehr fort, wenn sie auf andere Gebirgsmassen stossen, manche nehmen aber auch in einem solchen Falle ihren weiteren Verlauf. Es kommt auch nicht selten vor, dass Gänge sich in mehrere Zweige [Trume] theilen, die sich später wieder vereinigen, oder sie bilden seine Enden, mit denen er sich auskeilt.

Die Grenzflächen, mit welchen ein Gang an sein Nebengestein sich anlegt, heissen seine Saalbänder [Fig. 6. b. b]. Bisweilen

ist ein Gang mit seinem Nebengesteine dermassen verwachsen und verfliesst so in dasselbe, dass Grenzflächen [Saalbänder] nicht wahrnehmbar sind. In andern Fällen sind zwar die Grenzen zu unterscheiden, die Massen selbst aber können nicht getrennt werden. Gewöhnlich ist aber die Gangmasse von dem Nebengesteine vollständig abgesondert und von ihm leicht trennbar, doch ist zu bemerken, dass auch dann die Ablösung der Saalbänder nicht immer auf der ganzen Erstreckung des Ganges erfolgt, sondern dass er stellenweise, bald im Hangenden, bald im Liegenden, angewachsen, stellenweise abgelöst ist. Noch sind die Bestege zu erwähnen, d. h. schwache Lagen eines thonigen Gesteins, welche sich bei nicht angewachsenen Gängen an die Saalbänder anlegen und die Gangmasse in ihrer ganzen Erstreckung oder nur stellenweise vom Nebengesteine trennen; sie sind nicht nur mit der Gangmasse, sondern häufig auch mit der Gebirgsmasse fest verwachsen.

Die Gangart, Gangmasse eines Gesteines wird entweder nur von einer Mineralart oder von mehreren gebildet. Gewöhnlich haben die Gangmassen einen von ihrem Nebengesteine sehr verschiedenen mineralischen Charakter, bisweilen sind sie ihm aber auch gleichartig, wie man z. B. Granitgänge im Granit selbst findet; auch haben die Gänge öfters gleichen Erzgehalt mit dem Nebengesteine. Die Vertheilung der Mineralien im Gangraume zeigt grosse Verschiedenheiten; bald enthält er in seiner ganzen Erstreckung so ziemlich dieselben Mineralien, bald ändert er in seiner Fortsetzung oder nach Berührung mit andern Gängen und Lagern seinen Gehalt. Dabei erfüllen die Mineralien den Gangraum vollständig oder schliessen hohle Räume [Drusenräume] ein, in welchen gewöhnlich die schönsten Krystalle anschiessen. Häufig legen sich die Mineralien in Bändern an, welche parallel mit den Saalbändern laufen, so dass gleich weit von letzteren auf beiden Seiten dieselben Mineralien vorkommen; in vielen andern Fällen findet gar keine Ordnung in der Vertheilung der Mineralien statt, sondern diese sind im Gangraume regellos angehäuft.

Gewöhnlich setzen in einer Gebirgsmasse mehrere Gänge zugleich fort. Wenn sie gleiches Fallen und Streichen haben, so können sie, als unter sich parallel, nicht miteinander in Berührung kommen, wohl aber kann dieser Fall eintreten, wenn sie nicht parallel miteinander verlaufen. Stossen zwei Gänge, die in ihrer Richtung wenig verschieden sind, zusammen, so laufen sie häufig eine Strecke weit miteinander fort [schleppen sich], und der, welcher dabei seine frühere Richtung ändert, verliert sich entweder an dem andern oder entfernt sich auch weiterhin wieder von ihm. Wenn aber zwei Gänge unter einem rechten oder doch wenigstens diesem nahe kommenden Winkel aufeinander stossen, so kreuzen sie sich gewöhnlich, und man sagt, dass sie sich durchsetzen, wenn der eine Gang, der durchsetzende [Fig. 7. a], mit seiner Masse ununterbrochen durch den andern, den durchsetzten [Fig. 7. b. b], hindurchgeht und letzteren also in zwei voneinander getrennte Theile abschneidet. In

solchem Falle behalten entweder die beiden Abschnitte des durchsetzten Ganges die ursprüngliche Richtung bei [Fig. 7], oder sie werden voneinander abgerückt, d. h. der durchsetzte Gang wird verworfen [Fig. 8]. Es können sich aber auch Gänge kreuzen [Fig. 9] oder verwerfen [Fig. 10], ohne sich zu durchsetzen, indem nämlich die beiden Gangmassen an den Berührungsstellen völlig ineinander verfliessen.

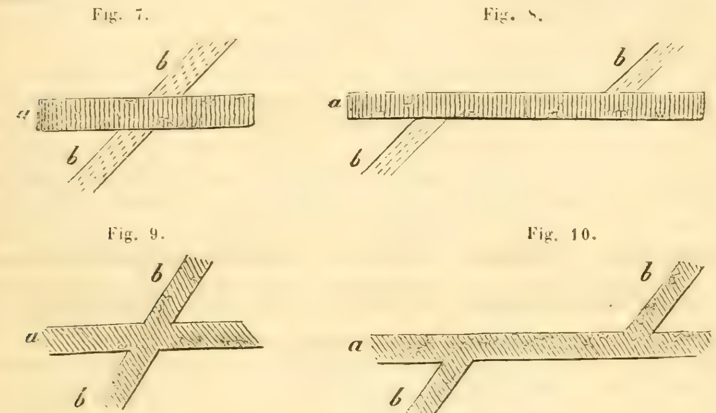


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Die Gänge sind ihres häufigen Erzgehaltes wegen von grosser Bedeutung für den Bergmann; sie sind es aber auch in Bezug auf ihre Entstehungsweise für den Geologen, und wir sind deshalb genöthigt, im nächsten Abschnitte nochmals auf sie zurückzukommen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Geogenie. Theorien über die Entstehungsweise besonderer Gebirgsverhältnisse und des Erdkörpers im Ganzen.

Die Frage von der Entstehungsweise der Gebirgsmassen im Einzelnen und des Erdkörpers im Ganzen ist zu allen Zeiten ein Gegenstand empirischer Erforschungen und spekulativer Reflexionen gewesen. Die Beantwortung ist aber sehr verschiedenartig ausgefallen, und kann es auch nicht anders sein, da die Gebirgsbildung als abgeschlossener Akt nicht mehr Gegenstand direkter Beobachtungen ist, sondern ihr Vorgang nur aus dem dermaligen Bestande erschlossen werden kann. Bei der grossen Mangelhaftigkeit unserer Kenntniss von der Zusammensetzung und der Natur des Erdkörpers überhaupt sind wir genöthigt die Lücken der empirischen Erkenntniss durch die auf Induktion begründete Spekulation zu ergänzen, wobei jedoch die Gefahr nahe liegt, von dieser fortgerissen und zur Aufstellung von Hypothesen und Theorien, die vor einer strengen kritischen Prüfung nicht bestehen können, verleitet zu werden. Es ist daher grosse Vorsicht und Besonnenheit nöthig, um nicht durch Hingabe an irrige theoretische Ansichten den richtigen Gesichtspunkt in der Genesis der Gebirgswelt sich verrücken zu lassen, und man muss jedenfalls zuvor mit grösster Umsicht des Thatbestandes nach allen seinen erforschbaren Beziehungen sich versichert haben, bevor man eine Meinung über seinen Bildungsmodus auszusprechen wagen darf. In sehr vielen Fällen aber, wo nicht einmal der faktische Bestand zu einiger Klarheit und Verständlichkeit gebracht werden kann, wird es am gerathensten sein, die Mangelhaftigkeit unserer Einsicht unumwunden einzugestehen und die Frage nach seiner Genesis einstweilen zu vertagen. Leider hat

aber die Erfahrung gezeigt, dass in einer Wissenschaft, wie es die Geologie ist, welcher die grösste Behutsamkeit in Entwickelung doktrineller Feststellungen zu empfehlen wäre, der Phantasie ein Spielraum vergönnt wurde, der in ihr Theorien und zwar mit dem Anspruche unantastbarer Evidenz einführte, die man eher im Reiche der Mährchen als auf dem Gebiete exakter Wissenschaft gesucht hätte.

Man kennt zwei ganz verschiedene Wege, auf welchen Mineralkörper gebildet werden können: den trocknen oder feuerflüssigen, und den nassen oder wasserflüssigen; in der Geologie bezeichnet man auch den ersteren als den vulkanischen, den letzteren als den neptunischen.* Beide können ihrer Natur nach nicht zusammen wirken, woraus folgt, dass die primitive Bildung der Erde entweder nur auf dem trocknen oder nur auf dem nassen Wege vor sich gegangen sein kann. Hiemit ist nicht ausgeschlossen, dass nicht nach Beendigung des primitiven Entstehungsaktes der Erde auch noch sekundäre Bildungen auf dem einen oder dem andern Weg an verschiedenen Orten oder zu verschiedenen Zeiten erfolgen konnten, wie denn dies selbst in der Gegenwart noch fortwährend, wenn auch in sehr beschränktem Maassstabe, stattfindet.

Sowohl die neptunistische als die vulkanistische Ansicht von der Entstehung der Erde hat ihre Anhänger gefunden und die Geologen in zwei gesonderte und sich feindlich bekämpfende Lager geschieden, und der Streit ist noch nicht beendigt. Eine kritische Prüfung der Argumente, auf welche die beiden, von ganz verschiedenen Standpunkten ausgehenden Theorien von der Bildung der Erde sich begründen, ist demnach kein überflüssiges, sondern vielmehr ein im Interesse der Wissenschaft, die nach Erkenntniss der Wahrheit strebt, begründetes Unternehmen. Beide Parteien beabsichtigen ja eine richtige Ansicht von der Genesis unsres Erdkörpers zu erlangen, und beiden muss es daher erwünscht sein, wenn eine unbefangene und unparteiische Revision der sämmtlichen Hauptargumente, welche für und wider bestimmte geologische Theorien aufgestellt wurden, im systematischen Zusammenhange vorgenommen wird. Ich selbst habe mich von Anfang an zu dem neptunistischen Standpunkte bekannt, und denselben namentlich auch in der ersten Auflage dieses Werkes zu rechtfertigen versucht; die seit einem Dezennium mir neu zugegangenen Erfahrungen haben zur Befestigung desselben nachhaltig beigetragen. Insbesondere hat es mir zur Beruhigung und Freude gereicht, dass ich mich nunmehr auch auf die gewichtige Autorität von Mohs** berufen kann, der, von umfassenden eignen Beobachtungen

* Als eine gemässigtere Fraktion der Vulkanisten unterscheidet man die Plutonisten, welche die primitive Gebirgsbildung nicht durchgängig von lavaartiger Schmelzung, sondern zum Theile von grosser Hitze ableiten. Da letztere jedoch ebenfalls vom Feuer ausgegangen sein soll, so ist der Unterschied zwischen diesen beiden Ansichten kein wesentlicher und kommt im Grunde auf ein und dasselbe hinaus.

** Die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie für junge praktische Berg-

unterstützt, mit der ganzen Schärfe logischer Konsequenz gegen die vulkanistischen Ansichten sich aufs entschiedenste erklärt hat. Da man seine Einwürfe bisher fast gar nicht beachtete, so werde ich es mir angelegen sein lassen, sie hier öfters zur Sprache zu bringen, um an ihnen zu zeigen, wie zwei Naturforscher, von denen jeder von den geogenischen Ansichten des Andern keine Kenntniss hatte, gleichwohl bei vorurtheilsfreier Auffassung des Thatbestandes zu gleichen geologischen Anschauungen gelangen konnten.

Ehe wir jedoch zur unmittelbaren Darlegung und Prüfung der Theorien von der Erdbildung im Allgemeinen übergehen, sind zuvor noch einige Punkte von mehr spezieller Bedeutung zu erörtern, weil diese wesentliche Momente zur Entwicklung der allgemeinen Theorie abgeben. Was die Bildungsweise der einzelnen Gebirgsarten anbelangt, so bleibt dieselbe von den in diesem Abschnitt durchzuführenden Betrachtungen ausgeschlossen, wird dagegen in dem folgenden, welcher der Charakteristik der Felsarten gewidmet ist, bei jeder von diesen in besondere Erwägung gezogen werden. Von den oryktognostischen Arten soll jedoch die Bildungsweise einer der allerwichtigsten, nämlich des Quarzes, gleich hier zur Sprache kommen, einmal weil sie einen der wesentlichen Bestandtheile vieler gemengter Gebirgsarten ausmacht und daher uns zuerst ihre Genesis verständlich werden muss, ehe wir uns mit der der letzteren und überhaupt mit Aufstellung einer allgemeinen Theorie der Erdbildung befassen können; dann aber auch, weil der Quarz es ist, der zur Erfindung einer unhaltbaren Hypothese, der sogenannten Surfusions-Theorie, die Veranlassung gegeben hat. Als Einleitung zu diesem Abschnitte soll ein kurzer Abriss der Geschichte der Geologie vorausgeschickt werden.

I. KAPITEL.

Geschichte der Geologie.

Die ältesten Urkunden und Sagen der Völker bezeugen einstimmig, dass die Erde aus dem Wasser gebildet worden sei. Die Vorstellung von einem feurigen Ursprunge derselben ist eine weit spätere, erst von griechischen Philosophen ausgegangene. Die gewöhnlichen Erfahrungen über Vulkane und Erdbeben waren die Stützpunkte, auf welche sie ihre Spekulationen begründeten; an einer tiefer greifenden

leute in den k. k. österreichischen Staaten. Zweiter Theil. Geognosie. Wien 1842. — Ist früherhin durch den Buchhandel nicht zu beziehen gewesen, daher auch längere Zeit hindurch mir selbst ganz unbekannt geblieben.

wissenschaftlichen Erforschung des Erdbaues versuchte sich selbst der Geograph STRABO nicht. Diese Theorien konnten jedoch zu keiner allgemeinen Anerkennung gelangen aus einem doppelten Grunde. Mit der Ausbreitung des Christenthums nämlich erhielt der mosaische Schöpfungsbericht eine Gültigkeit, welche den Ansichten von einer feurigen Entstehung der Erde keineswegs günstig sein konnte. Dann war aber auch die Naturforschung von dem Höhenpunkte, den sie durch ARISTOTELES erreicht hatte, schnell herabgesunken, so zwar, dass bald auf eine selbstständige wissenschaftliche Naturbetrachtung ganz Verzicht geleistet, somit auch kein Interesse für kosmologische Untersuchungen rege gehalten wurde.

Nachdem die Naturwissenschaften aus dem langen Winterschlafe während des Mittelalters erwacht waren, und allmählig die Augen und Gemüther auch der Naturbetrachtung sich wieder zuwandten, konnte es nicht fehlen, dass bei den Verhandlungen über die Schöpfungsgeschichte Einzelne das Feuer von neuem als Hauptagens in Anspruch nahmen. Wenn auch gerade nicht viele Gelehrte auf diese Seite sich hinneigten, so waren doch höchst bedeutende Namen unter ihnen, wie STENON, CARTESIUS, LEIBNITZ und BUFFON. Gleichwohl war ihr Einfluss auf die öffentliche Meinung nicht sehr erheblich, wenigstens gelang es Keinem eine Schule zu gründen. Obschon mit bessern naturwissenschaftlichen Kenntnissen ausgerüstet als die griechischen Philosophen, waren selbige zur Grundlage einer Geologie doch noch allzu unzureichend, als dass nicht die Phantasie ihr Bestes zur Ausfüllung der weiten Lücken des Baues hätte thun müssen. Bei einer solchen Sachlage waren aber die Schwächen des Systemes gar zu leicht aufzuspüren, als dass eines derselben eine weit verbreitete Anerkennung hätte erlangen können.

Ueberdies stellte sich ihnen nun die gewichtigste Autorität gegenüber, die bisher auf diesem Gebiete aufgetreten war. ABRAHAM GOTTLIEB WERNER war es, der, indem er die Naturgeschichte des Mineralreichs als Wissenschaft begründete, zugleich in der entschiedensten Weise den Ursprung der Erde aus Wasser behauptete. Mit einer Klarheit und Schärfe, mit einem Tiefblick und einer Umsicht, wie solche Eigenschaften nur wenigen hochbegabten Geistern verliehen sind, wusste er die verworrene Mannigfaltigkeit in der Gesteinswelt in ihre concreten Einzelheiten zu sichten und diese wieder unter allgemeine Gesichtspunkte zu bringen. Wenngleich einzelne treffliche Vorgänger auf dem Felde der Oryktognosie und Geognosie ihm nicht fehlten, so hatten diese doch nur nach einzelnen Richtungen hin vorgearbeitet. WERNER war es, der allseitig auf diesen Gebieten ordnend und bestimmend eingriff, der erst eine feste Terminologie schuf, um eine wissenschaftliche Verständigung möglich zu machen. Um die Genialität von WERNER's Leistungen vollständig beurtheilen zu können, darf man sie nur mit denen seiner allernächsten Vorgänger in Vergleich bringen. Der Abstand ist unermesslich. Um bei der Geognosie stehen zu bleiben, so hat sich die von ihm auf den Bestand eines

kleinen Gebirges begründete Unterscheidung und Reihenfolge der Gebirgsformationen als Norm für alle Länder und alle Welttheile im Allgemeinen bewährt, und die neuere Geognosie hat nur auf den Grundlagen des grossen Meisters vervollständigend, ergänzend und im Einzelnen berichtigend fortgebaut. Die Geognosie ruht noch immer auf seinen gewaltigen Schultern; ihre ältere Schwester, die Geologie, allein ist es, die nach dem Heimgange des alten Meisters sich von ihm leichten Sinnes abgewendet hat.

Die bedeutsame Unterscheidung zwischen Geognosie und Geologie rührt von Werner her, der beide gehörig auseinander gehalten wissen wollte, damit die erstere nicht durch die letztere in ihrer Entwicklung gehindert werden möchte. Dass diese Trennung nicht beibehalten worden ist, dass in neuerer Zeit die Geognosie ganz von der Geologie dominirt wird, hat ersterer den grössten Nachtheil gebracht. Werner's geologische Theorie war rein neptunistisch. Die Bildung der Erde ging aus dem Wasser, theils in chemischer, theils in mechanischer Weise hervor. Vulkanische Gewalten hatten bei ihm nur lokale Geltung. Neigung der Schichten war eine ursprüngliche oder Folge später eingetretener Senkungen.

Ungeheuer war der Eindruck, den Werner's geognostische und geologische Lehren in weiten Kreisen hervorbrachten. In allen Ländern, die geistiger Kultur zugänglich waren, wurden sie durch seine Schüler verbreitet. Freiberg unter Werner wurde für die Mineralogie mit ihren Disciplinen ein ebenso bedeutsamer Central- und Ausgangspunkt, wie früher Upsala unter Linné für Zoologie und Botanik. Es ist merkwürdig, wie Freiberg so schnell und voreilig den Lehren des grossen Meisters sich entfremden konnte.

Werner's gewaltige Autorität hatte zwar die vulkanistische Ansicht von der Gebirgsbildung darnieder gehalten, konnte sie aber nicht vernichten. Er selbst war noch mit Voigt über die Entstehung des Basalts in Fehde gerathen und hatte zwar diesen zu Boden geschlagen; gleichwohl war es doch zunächst der Basalt, an dem die Werner'sche Geologie zerscheitern sollte.

Der Kampf, der von nun an zwischen Neptunisten und Vulkanisten, und zum Theil mit nicht geringer Erbitterung, gekämpft wurde, ist einer der interessantesten, der je auf wissenschaftlichem Gebiete sich ereignete. Anfangs schüchtern hervortretend, nahm der Vulkanismus allmählig einen festen Punkt der Neptunisten nach dem andern in Besitz. Mit seinem Glücke wuchsen seine Prätensionen, und wie die renommirten Reunionskammern unter Ludwig XIV. eignete er sich von dem nothgedrungen Zugestandenen auch noch alle die Dependenzen an, die er als solche zu erklären für gut befand. Vollständig wurde sein Sieg, als die alten Hauptleute des neptunistischen Kriegsheeres theils vom Schauplatz abtraten, theils mit Ross und Wagen zum Feinde übergingen. Die Wenigen, die treu geblieben, wurden von den Siegern mit Hohn oder Mitleid auf die Seite geschoben.

Als Vater der modernen Geologie* ist der Schotte JAMES HUTTON anzusehen, der im Jahre 1795 seine *Theory of the earth* durch den Druck in Umlauf brachte. Das in Schottland so häufige gangartige Auftreten des Basalts und anderer Trapparten führte ihn zunächst darauf, dass ein solches nur in Folge des feurigen Emportreibens dieser Massen in die zersprengten Lagen anderer Gebirgsarten hätte bewerkstelligt werden können. Da der Granit durch Mangel der Schichtung mit den Trappgesteinen, mit manchen derselben, sowie mit gewissen Laven, auch in der körnigen Struktur Aehnlichkeit hat, so traute ihm HUTTON ebenfalls einen ähnlichen Ursprung zu. Zur Bestätigung seiner Vermuthung sah er sich nun in den schottischen Gebirgen nach Belegen um, und, wie es in solchen Fällen zu gehen pflegt, sie waren auch bald gefunden. Der Glen-Tilt in den Grampian-Gebirgen Schottlands war der ewig denkwürdige Punkt, an welchem HUTTON im Jahre 1785 die Beobachtung machte, dass der Granit Ausläufer in den ihn überlagernden Schiefer und Kalkstein aussandte. Wie einst ARCHIMED, als ihm die Lösung eines schweren Problems plötzlich in der Badewanne gelang, von der höchsten Freude übernommen eiligst aus derselben heraussprang und wie er eben war, durch die Strassen unter lautem Rufen: εὕρηκα, dahin rannte, so brach der entzückte Geolog beim Anblick dieser Verhältnisse in solchen unmässigen Jubel aus, dass seine Führer, wie berichtet wird, „ganz irre an ihm wurden." Der feurige Ursprung des Granits war nunmehr erwiesen; die Theorie durch den Thatbestand gerechtfertigt.

Nur ein Hinderniss war noch zu beseitigen, nämlich die Einrede, dass durch künstliche Schmelzung keine krystallinischen Gesteine, sondern blos glasartige Massen zum Vorschein kommen. Diesen Einwurf widerlegte der Chemiker HALL, indem er auf dem Wege des Experimentes zeigte, dass, wenn Trapp- und Lavaarten nach der Schmelzung einer langsamen Abkühlung unterworfen wurden, sie keine glasige, sondern eine steinige, zum Theil krystallinisch-körnige Masse lieferten, ähnlich, wie sie vor dem Schmelzen gewesen war. Hiermit war dem hocherfreuten Geologen die letzte Bedenklichkeit gehoben, welche ihn in seinem kühnen Fluge hätte belästigen können. Der Basalt war also nunmehr für HUTTON wirklich nichts weiter als eine vulkanische Lava, und der Granit, was konnte er, da er gleich dem Basalte ungeschichtet und mitunter gangartig verzweigt sich zeigte, was konnte er anders sein als ebenfalls eine Lava? Der Umstand, dass man auf dem Wege der Schmelzung keinen Granit zu erzeugen vermochte, war allerdings etwas unangenehm, indess über eine solche Kleinigkeit konnte hinweggesehen werden und so gab es für den auf Siebenmeilenstiefeln fortschreitenden Geologen, der auf die chemischen Erfahrungen ohnedies keinen sonderlichen Werth legte, kein Hinderniss weiter, um das ganze Urgebirge dem Vulkan zu vindiciren, ihm zu-

* Ich habe im Folgenden den Unterschied zwischen Vulkanismus und Plutonismus nicht beachtet, weil der letztere doch immer den ersteren voraussetzt.

letzt auch noch die Erhebung der Gebirgsmassen und die Verrückung ihrer Schichten beizumessen.

Die neue Lehre war indess zu extrem, zu überschwenglich, als dass sie bei ihrem ersten Auftreten gleich grosses Glück hätte machen können. Hutton war, wie man im gewöhnlichen Leben zu sagen pflegt, mit der Thür ins Haus gefallen; die Hausgenossen konnten sich mit einem solchen ungestümen Eiferer nicht sogleich befreunden, die meisten sperrten ihm den weiteren Zutritt. Ueberdies fiel Hutton's Auftreten gerade in die Zeit, wo Werner's Autorität im höchsten Glanze war. Ihm galt der krystallinische Granit als die edelste Gebirgsart; nun sollte er nichts weiter als ein vulkanischer Auswürfling, nichts weiter als eine Lava sein. In der That, zur Annahme einer solchen bisher unerhörten Behauptung gehörte ein Glaube, für den die Zeit noch lange nicht reif war. Sie musste erst durch viele Vermittelungen nach und nach vorbereitet werden, bevor sie einen solchen Einfall nur anhören, geschweige ihn adoptiren konnte.

Zunächst war es, wie schon erwähnt, der Basalt mit dem verwandten Trappgebirge, der dem neptunischen Bereiche entzogen wurde. D'Aubuisson gab in Bezug auf diesen Punkt den Ausschlag. In der Schule von Freiberg gebildet, war er einer der talentvollsten und eifrigsten Schüler Werner's und schrieb als solcher im Jahre 1803 sein berühmtes *Mémoire sur les Basaltes de la Saxe*, worin er ganz den neptunistischen Ansichten seines Lehrers huldigte. Als er jedoch später die Auvergne bereiste, überraschte ihn das dortige Auftreten des Basalts in lavaartigen Strömen dermassen, dass er seine frühere Ansicht von der Entstehung dieser Gebirgsart aufgab, und unumwunden für ihre vulkanische Bildung, die bei den meisten französischen Geologen ohnedies schon länger Geltung hatte, sich aussprach. Mit seinem Uebertritte konnte die neptunistische Schule den Basalt nicht länger mehr halten; das erste grosse Bollwerk ging mit dieser Gebirgsart in die Hände des Feindes über.

Es war jedoch nur das Basalt- und Trachytgebirge, welches D'Aubuisson den Vulkanisten überlieferte; zu weiteren Konzessionen konnte der vorsichtige Forscher sich nicht verstehen. Ganz entschieden äussert er sich in dieser Beziehung in seinem, im Jahre 1819 erschienenen *Traité de Géognosie*, der als ein Muster von Klarheit noch jetzt höchst schätzbar ist. Hören wir, wie er in erwähnter Angelegenheit sich daselbst äussert. „Man findet", sagt er, „in Frankreich Basalte von offenbar vulkanischer Entstehung; man findet auch in Sachsen in dem Basaltgebirge im Allgemeinen Massen von denselben Bestandtheilen, eingesprengten Krystallen und Lagerungsverhältnissen, sodass man auf Gleichheit in der Bildung und Entstehung schliessen muss. Allein man kann daraus auf die Entstehung der andern Gesteine noch nicht mit Sicherheit schliessen. Schon bei den Trachyten finden sich Unterschiede in der Beschaffenheit der Substanzen wie in der Lagerung, und wäre man nicht durch einen gewissen Zusammenhang in der Lagerung und durch unwidersprechliche Merk-

male der Einwirkung des Feuers geleitet, so könnte man noch zweifeln. Allein wenn jene Zeichen verschwunden sind, wenn es keinen Zusammenhang mehr giebt, wenn man in einer ganz andern Epoche ist, wenn es z. B. jene Trapparten [Grünsteine] betrifft, die man in Schichten des Sandsteingebirges wahrnimmt, so kann man wohl einige Aehnlichkeit mit den Basalten finden, allein es bleibt immer ein offenbarer Unterschied und keine Gleichheit in der Lagerung. Wollte man nur nach einer einzigen Aehnlichkeit schliessen, so würde man nach und nach zu den Aphaniten, Porphyren, Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Thonschiefern und dem Steinkohlengebirge kommen, und würde allen diesen Gebirgsarten eine feurige Entstehung zuschreiben, und doch spricht noch alle Wahrscheinlichkeit für ihre wässerige Entstehung."

In solcher bestimmten Art weist D'Aubuisson alle die unbegründeten Konsequenzen ab, zu welchen Hutton von der Annahme einer feurigen Entstehung des Basaltes aus sich hatte verleiten lassen. Auch A. von Humboldt äussert sich in seinem 1823 erschienenen *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux Hémisphères*, nur mit grosser Vorsicht über den Umfang des vulkanischen Gebietes und zählt zu den „ausschliesslich vulkanischen Gebilden" blos diejenigen, welche schon D'Aubuisson als solche bezeichnet hatte.

Zu gleicher Mässigung konnten sich jedoch nur wenige der Zeitgenossen verstehen. Anfangs noch etwas bedächtiger, bald aber im Sturmschritte schritt von nun an der Vulkanismus unaufhaltsam vorwärts; das ganze Urgebirge ward in Kurzem als reiche Beute ihm zu Theil.

Zuerst der Granit. Im ersten Anlaufe, wo man des Erfolges nicht ganz versichert war, wollte man sich noch in ihn mit den Neptunisten theilen. Diesen Vorschlag zur Güte machte Brongniart.* Er erklärte den mit Gneiss und Glimmerschiefer in Verbindung stehenden Granit für neptunischen, dagegen den selbstständigen, als Massengebirge vorkommenden und unter dem Gneisse emporsteigenden für plutonischen Ursprungs. Unterschiede in der Gesteinsbeschaffenheit zwischen beiden wusste er übrigens nicht anzugeben. Sein Vermittelungsversuch fruchtete auch nicht lange; der plutonische Granit fühlte sich in seiner Stärke schon zu sehr, als dass er seinen neptunischen Halbbruder lange neben sich hätte bestehen lassen können: mit einem Machtstreiche eignete er sich dessen Erbtheil an.

Bald darauf kam auch die Reihe an den Gneiss und Glimmerschiefer, indem sie als durch den feuerflüssigen Granit umgewandelte Schiefergebirgsmassen erklärt und eben deshalb dem plutonischen Reiche überwiesen wurden. Auch hier fühlte man sich anfangs noch nicht im guten Rechte zur Besitzergreifung und trat daher mit grosser Schüchternheit auf. So fügt z. B. Fr. Hoffmann** seiner Vermuthung,

---

* Gebirgsformat. der Erdrinde übers. v. Kleinschrod, S. 336.

** Uebers. der orograph. Verh. vom nordw. Deutschl. S. 414.

dass jene Felsarten nur „durch vulkanische Kräfte bearbeitete und umgewandelte Schiefergebirgsmassen" seien, folgende merkwürdige Aeusserung bei. „Wir dürfen uns indess doch nicht verhehlen, dass, wenn wir es auch begreiflich finden, wie sich Thonschiefer, Grauwackenschiefer u. s. w. in der unmittelbaren Nähe des Granits in Gesteine verwandeln können, welche dem Gneiss und dem Glimmerschiefer sehr ähnlich sind, es dennoch etwas sehr, auch der lebhaftesten Einbildungskraft Widerstrebendes behalte, auch die ungeheuer mächtigen und über Tausende von Quadratmeilen verbreiteten Gneissgebirge, Glimmerschiefer, Talkschiefermassen u. s. w., in welchen die Granite oft nur sehr vereinzelt hervortreten, für Produkte eines ähnlichen Prozesses zu halten."

Auch De la Beche in seinem Handbuche der Geognosie, nach der zweiten Auflage bearbeitet von H. v. Dechen, äussert sich noch bezüglich der geschichteten Urgebirge sehr unsicher. Zwar sondert er Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss u. s. w. als „untere geschichtete oder versteinerungslose Gebirgsarten" von den „ungeschichteten Gebirgsarten" ab, zu welchen letzteren er Granit, Porphyr, Basalt u. s. w. rechnet, allein die innige Verwandtschaft des Granits mit dem Gneisse, die so gross ist, „dass selbst, wie in Schweden, es lange zweifelhaft geblieben ist, ob eine weit verbreitete Gebirgsmasse dem Granit oder dem Gneisse zuzurechnen sei", bringt ihn in nicht geringe Verlegenheit. Während er nämlich einerseits offen zugesteht, dass eine solche enge Verbindung beider Gebirgsmassen ihre gleichartige Entstehung beweise, dass eine Trennung allen Erscheinungen durchaus zuwider sei, kann er sich gleichwohl noch nicht zu einer unumwundenen Erklärung hinsichtlich seiner unteren geschichteten Gebirgsarten entschliessen, wie er es hinsichtlich der ungeschichteten thut. Dass die ersteren geschichtet sind, setzt ihn in sichtliche Befangenheit, weil auch nach vulkanistischen Ansichten Schichtung ein Merkmal wässeriger Entstehung sein soll. Hierzu kommt noch der Uebergang des Glimmerschiefers durch Thonschiefer in Grauwacke, also in versteinerungsführende Gebirgsarten; Erscheinungen, die allerdings für vulkanistische Voraussetzungen zu den „dunklen" gerechnet werden müssen. Unentschieden bleibt De la Beche in der Schwebe. Einerseits erklärt er, dass die Ueber- oder Zwischenlagerung der geschichteten versteinerungslosen Gebirgsarten mit versteinerungsführenden stattfindet, „ohne dass die Ueberzeugung erhalten werden kann, dass jene eben so wie diese aus dem allgemeinen Gewässer gebildet worden." Andererseits bekennt er aber auch wieder, dass die Umwandlung der kieselthonigen in krystallinische Gesteine noch nicht so klar, wie bei dem Kalksteine nachgewiesen sei, daher er es auch nicht gewagt habe, die geschichteten versteinerungsleeren Massen als „umgeändert geschichtete Gebirgsarten" aufzustellen. Man sieht, wie die Macht der Thatsachen bei De la Beche mit der Autorität der Theorie ringt, ohne dass diese noch im Stande ist jene zu überwältigen. Um desto schneller gelangte sie bei andern Geologen zum Durchbruche,

nachdem man sich mit dem Gedanken an eine Umwandlung mehr vertraut gemacht hatte. Zur Annahme einer solchen Umschmelzung war man genöthigt, um dem von der Schichtung hergenommenen Einwande mit Erfolg begegnen zu können.

Noch kühner aber war der Versuch, den Caesar v. Leonhard unternahm, um den nach dieser Seite hin sehr schwachen Bau des Vulkanismus zu sichern. Es ist soeben bemerklich gemacht worden, wie noch De la Beche und v. Dechen den Glimmerschiefer und Gneiss als geschichtete Gebirgsart dem ungeschichteten Granit gegenüber stellen; es kann hinzugesetzt werden, dass bisher alle Geognosten, auch C. v. Leonhard nicht ausgenommen, insbesondere den Glimmerschiefer als Muster der Schichtung erklärt hatten. Da wird es auf einmal dem eben genannten Geologen klar, dass bisher ein optischer Betrug die Augen der Naturforscher verblendet habe, dass sie da Schichtung sahen, wo doch nur „schichtenähnliche Phänomene“ sich zeigten, Schichtung, wo doch nur eine Abtheilung in Lagen vorkomme, die freilich merkwürdiger Weise mit dem, „was man als Schichtung zu bezeichnen gewohnt ist“, stets übereinstimme. Hiermit war an einem Beispiele gezeigt, wie man von nun an geognostische Thatsachen auszulegen hätte, um sie der neuen Lehre anpassend zu machen.

Der Granit und mit ihm das ganze Urgebirge war also nunmehr ebenfalls in die Gewalt der Vulkanisten gerathen. Die Hutton'schen Antecipationen waren jetzt zum grossen Theil in Ausführung gebracht; was noch fehlte, wurde schnell nachgeholt.

Den wichtigsten Theil hierbei hatte L. v. Buch. Zwar hatte er schon bei dem bisher geschilderten raschen Umsichgreifen des Vulkanismus aufs kräftigste mitgewirkt als das eigentliche Centrum der ganzen Bewegung, aber eigenthümlich behielt er sich zunächst die Verfolgung einer andern Aufgabe vor: die Theorie der Gebirgserhebungen. Nächst A. v. Humboldt hat L. v. Buch die ausgedehntesten geognostischen Untersuchungen vorgenommen. Deutschland, Italien, das südliche Frankreich, die kanarischen Inseln, Skandinavien und Schottland wurden von ihm, zum Theil wiederholt, bereist und ihre geognostischen Verhältnisse in umfassenden Arbeiten geschildert. Ursprünglich ein Schüler und Anhänger Werner's trat er im Verlaufe zu der vulkanistischen Schule über, und mit seinem Uebertritte war die Sache des Neptunismus unrettbar verloren; jene hatte nunmehr in L. v. Buch die bedeutendste Autorität für sich gewonnen. Von den Alpen aus begründete er die neue Theorie von der Emporhebung der Gebirgsketten durch unterirdische feurige Gewalten. Dort gelangte er zu der Ueberzeugung, dass der Augitporphyr das Aufstossen der Alpenketten und die Umwandlung des geschichteten versteinerungsführenden Kalksteins in ungeschichteten versteinerungsleeren Dolomit veranlasst habe. Dolomit- und Augitgesteine galten bald allenthalben als Wahrzeichen der Wirkung feuriger Gewalten; alle Gebirgsketten wurden als aus Spalten hervorgehoben angesehen. Es lag nun nahe in

diesen Spaltungsrichtungen eine Gesetzmässigkeit aufzusuchen. Für Deutschland nahm L. v. Buch 4, Hoffmann 5 solcher Hauptrichtungen an.

Die Vollendung der Hebungstheorie wurde durch Elie de Beaumont herbeigeführt. Waren die Gebirge, wie die vulkanistische Schule es anzunehmen überein gekommen war, emporgehoben worden, so mussten sie bei ihrem Aufsteigen die bereits abgelagerten horizontalen Schichten durchgebrochen und aufgerichtet haben. Fanden sich nun gleichwohl horizontale Schichten mit ihnen vergesellschaftet, so konnten diese erst nach der Emporhebung gebildet worden sein. Hierüber konnte kein Zweifel bestehen. War nur der Vordersatz richtig, so musste sich der Nachsatz mit logischer Nothwendigkeit ergeben. Man hatte jetzt also ein Mittel, das Alter der Gebirgserhebungen zu bestimmen. Die gestürzten Schichten ergaben sich als älter, die horizontalen als jünger als die Gebirgshebungen, und da die geschichteten Gebirgsarten in wohlbekannten relativen Altersverhältnissen über einander gelagert sind, so konnte hiernach das relative Alter der Gebirge selbst ermittelt werden. Auch diese Schlussfolge war nicht mehr anzustreiten; man könnte sich nur darüber wundern, wie der Schöpfer der Hebungstheorie nicht selbst auf diese einfachen, gleichwohl so höchst bedeutungsvollen Konsequenzen gekommen ist, wenn man nicht die alte Geschichte von des Kolumbus Ei wüsste. Elie de Beaumont war der Glückliche, dem es gelang, das famose Ei auf die Spitze zu stellen.

Nicht leicht ist irgend eine physikalische Entdeckung mit grösserem Applaus aufgenommen worden als diese; es war, als ob der Stein der Weisen gefunden worden wäre. Sie musste um so mehr überraschen, als ihr zufolge die höchsten Gebirge die jüngsten sind und alle Wahrscheinlichkeit dafür spreche, dass die Hebungsperiode der Erdthätigkeit noch nicht vorüber ist. Bereits will man zuverlässige Nachrichten darüber haben, dass Schweden in fortwährendem Aufsteigen begriffen ist; analoge Erscheinungen sollen sich anderwärts wiederholen; jeder Tag kann uns die Nachricht bringen, dass abermals eine Gebirgskette dem Schoosse der Erde entstiegen ist.

Zu sehr gelegener Zeit für die neuere Geologie wurden immer mehr Beobachtungen über die Zunahme der Temperatur im Innern der Erde gemacht. Man fand, dass in Bergwerken, wie in artesischen Brunnen, die Wärme mit der Tiefe bedeutend zunimmt; man konnte hieraus berechnen, dass 6—10 Meilen unter der Erde [auf einige Meilen mehr oder weniger kommt es hierbei nicht an] Alles in feurigem Flusse sich befinde. Wir wohnen auf verhältnissmässig dünner Kruste über einem Feuerheerde, der seine Existenz durch gewaltsamere oder gelindere Kraftäusserungen von Zeit zu Zeit bemerklich macht.

Dies wäre ein kurzer Abriss der Geschichte der neueren vulkanistischen Geologie. Wir haben gesehen, wie nach und nach das ganze Trapp- und Urgebirge nebst einem Theil der sekundären For-

mationen aus den Händen der Neptunisten in die der Vulkanisten überging. Wie viel letztere den ersteren vom Reste noch belassen werden, ist schwer zu sagen, scheint aber nach einigen Andeutungen nicht sonderlich viel zu werden. Bereits ist es für möglich erklärt worden, dass in dem 80° und darüber heissen Urweltmeere Wasserthiere noch leben konnten, ohne gesotten oder geschmort zu werden. Was hindert also die Vulkanisten, von den versteinerungsführenden Flötzgebirgen noch so viele sich anzueignen, als sie für gut befinden? Muthet ja doch auch bereits COTTA den Chemikern zu, um deren unangenehme Einreden gegen vulkanistische Ansichten zu beseitigen, dass sie bei den Geologen in die Schule gehen sollten. Nachdem einmal die Phantasie so vorwaltend in der modernen Geologie dominirt, wer könnte da die Grenze ahnen, an welcher sie ihrem kühnen Fluge Einhalt zu thun veranlasst wäre? Zu welcher Berechtigung sie sich bereits ermächtigt glaubt, sieht man schon aus den jetzt üblichen graphischen Darstellungen von der geognostischen Zusammensetzung der Erdrinde, wo allenthalben die entschieden neptunischen Bildungen von den Stielen der granitischen und Trappgesteine, wodurch diese mit der unterirdischen Feueresse zusammen hängen sollen, zerschnitten und durchwühlt werden, obschon kein menschliches Auge von diesen Stielen noch etwas gesehen hat und ausserhalb der Phantasie sie sicherlich keine Realität haben. Durch diese Bilder, aus viel Dichtung und wenig Wahrheit zusammengesetzt, wird dem Anfänger gleich von vorn herein eine Anschauung von der geognostischen Struktur der Erdrinde beigebracht, die nicht auf erwiesenen Thatsachen, sondern auf unerweisbaren Hypothesen beruht.

Goethe's Urtheil über die neue geologische Schule.

Obwohl die meisten der aus WERNER's Schule hervorgegangenen Geognosten zu den neuen vulkanistischen Lehren nach und nach übertraten, zum Theil als die heftigsten Kämpfer für sie in den Schranken erschienen, konnten Einzelne dagegen es nicht über sich gewinnen, den alten Glauben gegen den neuen umzutauschen. Unter ihnen sprach Keiner mit grösserer Entschiedenheit sich gegen die neuen Ansichten aus als GOETHE. Und ihm stand in dieser Angelegenheit ein Urtheil zu. Nicht aus einer flüchtigen Bücherschau, nicht aus einem oberflächlichen Dilettantismus, über den viele neuere Geologen nicht hinausgekommen sind, sondern aus einem langjährigen Studium und vielfältigen eigenen Untersuchungen der Gebirgsverhältnisse war seine Kenntniss der Geognosie hervorgegangen. Die WERNER'sche Theorie von der Gebirgsbildung war ihm aus eigner reicher Anschauung lieb und theuer geworden, die von ihr behauptete Gesetzmässigkeit fand er allenthalben in der Natur bestätigt. Man kann

sich denken, wie ihm zu Muthe wurde, als die neue Lehre sich immer weiter ausbreitete.*

„Die Verlegenheit“, sagt er, „kann vielleicht nicht grösser gedacht werden als die, in der sich gegenwärtig ein funfzigjähriger Schüler und treuer Anhänger der so wohl gegründet scheinenden, als über die ganze Welt verbreiteten WERNER'schen Lehre finden muss, wenn er, aus seiner ruhigen Ueberzeugung aufgeschreckt, von allen Seiten das Gegentheil derselben zu vernehmen hat.... Er wandelte auf dem ehemals wasserbedeckten, nach und nach entwässerten Erdboden in folgerechter Beruhigung. Traf er auf die Gewalt der Vulkane, so erschienen ihm solche nur als immer fortdauernde, aber oberflächliche Spätlingswirkung der Natur. Nun aber scheint Alles ganz anders herzugehen; er vernimmt: Schweden und Norwegen möchte sich wohl gelegentlich aus dem Meere eine gute Strecke emporgehoben haben; die ungarischen Bergwerke sollten ihre Schätze von unten auf einströmenden Wirkungen verdanken, und der Porphyr Tyrols solle den Alpenkalk durchbrochen und den Dolomit mit sich in die Höhe genommen haben. Wirkungen freilich der tiefsten Vorzeit, die kein Auge jemals in Bewegung gesehen, noch weniger irgend ein Ohr den Tumult, den sie erregten, vernommen hat. Was sieht denn hier also ein Mitglied der alten Schule? Uebertragungen von einem Phänomen zum andern, sprungweis angedeutete Induktionen und Analogien, Assertionen, die man auf Treu und Glauben annehmen soll. Ich kann denn meine Sinnesweise nicht ändern zu Lieb einer Lehre, die von einer entgegengesetzten Anschauung ausgeht, wo von gar nichts Festem und Regelmässigem die Rede ist, sondern von zufälligen und unzusammenhängenden Ereignissen.“

So der Geognost; ähnlich lässt sich der Dichter vernehmen:

> Kaum wendet der edle WERNER den Rücken,
> Zerstört man das Poseidaonische Reich,
> Wenn Alle sich vor Hephästos bücken,
> Ich kann es nicht sogleich;
> Ich weiss nur in der Folge zu schätzen.
> Schon hab ich manches Credo verpasst;
> Mir sind sie alle gleich verhasst,
> Neue Götter und Götzen.

Mit dem grössten Abscheu erfüllte ihn die Hebungstheorie in Betreff „des Hebens und Drängens, Aufwälzens und Quetschens, Schleuderns und Schmeissens.“ Statt gesetzmässiger Ordnung und nothwendiger Bestimmung sah er in ihr nur wüste Unordnung und zufällige Veranlassung. Zornmüthig bricht er über sie in folgenden Worten aus:

„Die Sache mag sein, wie sie will, so muss geschrieben stehen, dass ich diese vermaledeite Polterkammer der neuen Weltschöpfung

* Ich verweise auf den interessanten Aufsatz: „GOETHE als Naturforscher“ in K. v. RAUMER's Kreuzzügen Bd. I, S. 70. — In ähnlicher Weise hat sich auch OKEN in der Isis 1845 S. 220 geäussert.

verfluche, und es wird gewiss irgend ein junger geistreicher Mann aufstehen, der sich diesem allgemeinen verrückten Konsens zu widersetzen Muth hat. Im Ganzen denkt kein Mensch, dass wir als sehr beschränkte schwache Personen, uns um das Ungeheure beschäftigen, ohne zu fragen, wie man ihm gewachsen sei? denn was ist die ganze Heberei der Gebirge zuletzt, als ein mechanisches Mittel, ohne dem Verstand irgend eine Möglichkeit, der Einbildungskraft irgend eine Thulichkeit zu verleihen? Es sind blos Worte, schlechte Worte, die weder Begriff noch Bild geben. Hiermit sei genug gesagt, wo nicht zu viel. Das Schrecklichste, was man hören muss, ist die wiederholte Versicherung: die sämmtlichen Naturforscher seien hierin derselben Ueberzeugung. Wer aber die Menschen kennt, der weiss wie das zugeht: gute, tüchtige, kühne Köpfe putzen durch Wahrscheinlichkeit sich eine solche Meinung heraus; sie machen sich Anhänger und Schüler, eine solche Masse gewinnt eine literarische Gewalt, man steigert die Meinung, übertreibt sie und führt sie mit einer gewissen leidenschaftlichen Bewegung durch. — Hundert und aber hundert wohldenkende Männer, die in andern Fächern arbeiten, die auch ihren Kreis wollen lebendig wirksam, geehrt und respektirt sehen, was haben sie Besseres und Klügeres zu thun, als jenen ihr Feld zu lassen und ihre Zustimmung zu dem zu geben, was sie nichts angeht. Das heisst man alsdann: allgemeine Uebereinstimmung der Forscher."

Goethe hatte es nicht mehr erlebt, dass die allgemeine Uebereinstimmung der Forscher zu Gunsten des Vulkanismus zu Bruche kam, wie dies jetzt in der That erfolgt ist. Nicht blos die grundsätzliche Opposition, welche Männer wie Nep. v. Fuchs, v. Schubert, K. v. Raumer, Kühn, Mohs, Keilhau, Schafhäutl u. A., an die ich mich ebenfalls anschloss, hiegegen einlegten, sondern auch die immer mehr, selbst von vulkanistischer Seite her, sich mehrenden Erfahrungen, die mit der dominirenden Theorie geradezu im Widerspruche stehen, haben den langen Streit jetzt zu einem Wendepunkt gebracht, dass das vulkanistische Gebäude in allen seinen Grundlagen erschüttert ist und der Neptunismus immer weitere Zugeständnisse erhält und er jetzt die beste Aussicht hat, in nicht ferner Zeit sich in seine alten Rechte wieder eingesetzt zu sehen. Hievon mehr am Schlusse unserer Theorie der Erdbildung.

II. KAPITEL.

Die Bildung der besonderen Lagerstätten.

Was unter diesem Namen zu verstehen und welcherlei Beschaffenheit die wichtigsten derselben, die Lager und Gänge sind, ist im Vorhergehenden bereits auseinander gesetzt worden. Hier bleibt nur noch die Frage nach ihrer Entstehungsweise zu erörtern übrig, wobei zwei Hauptpunkte zu berücksichtigen sind, nämlich erstlich, ob diese Lagerstätten gleichzeitigen Ursprungs mit ihrem Nebengesteine sind oder nicht, und zweitens, ob sie auf neptunischem oder vulkanischem Wege sich gebildet haben.

Um über den ersten Punkt, der auf die Gleichzeitigkeit zweier Bildungen sich bezieht, ins Klare zu kommen, wird es zweckmässig sein, diese Erscheinungen zuvörderst nach ihrem Auftreten im kleinsten Maassstabe zum Verständnisse zu bringen, weil in solchem Falle die verschiedenen Beziehungen vollkommen übersichtlich sind. Man betrachte deshalb einen vollständig ausgebildeten Krystall vom Granat, wie er als Dodekaeder im Glimmerschiefer, oder einen Krystall vom Magneteisenstein, wie er als Oktaeder im Chloritschiefer vorkommt: den einen wie den andern von allen Seiten durch sein Nebengestein vollkommen umschlossen, so dass er erst durch das Zerschlagen des letzteren sichtlich wird. Zwischen ihm und seinem Nebengesteine bleibt keine Kluft, sondern dieses legt sich dicht an die glatten Flächen des Krystalls an und die Richtung seiner Struktur beibehaltend, umwickelt es ihn von allen Seiten. Hieraus erlangt man die Ueberzeugung, dass der Krystall nicht nach Beendigung des Bildungsaktes seines Muttergesteines in dasselbe gelangt ist, sondern während der Dauer dieses Prozesses. Es entsteht nun die weitere Frage, ob der Krystall schon vor der Verfestigung seiner Umhüllung ausgebildet war, oder ob er zu gleicher Zeit mit dieser sich gestaltete. Diese Frage lässt sich aus dem Verhalten der Krystalle zu ihrem Muttergesteine nicht beantworten; man sieht blos, dass jene mit ihren glatten Krystallflächen scharf von letzterem abschneiden, woraus auf ihre frühere oder gleichzeitige Bildung mit diesem kein Schluss gezogen werden kann. Zu einem solchen können wir aber gelangen, wenn wir statt der Krystalle Hornsteinkugeln oder Feuersteinbrocken, die im Kalkstein eingelagert sind, wählen. In manchen Fällen wird man diese, wie die Krystalle, scharf abschneidend von ihrem Nebengesteine finden, in andern aber ist es klar ersichtlich, wie sie sich durch Mittelglieder aus letzterem herausentwickeln und gleichsam mit ihm verfliessen, so dass man nicht sagen kann: hier hört das Muttergestein auf und hier beginnt die eingelagerte Masse. Ein solcher Fall ist entscheidend für die Gleichzeitigkeit wie für die Gleichartigkeit der

Bildung des umschliessenden Gesteines mit der des eingeschlossenen, und hieraus darf die weitere Folgerung abgeleitet werden, dass ein gleiches Verhalten auch bei denjenigen eingeschlossenen Massen, die sich scharf von ihrem Muttergestein absondern, stattgefunden hat, wenigstens könnte der Zeitunterschied kein erheblicher und für die umhüllte Masse kein späterer Termin sein, weil sie sonst in dem vor ihr consolidirten Nebengesteine keinen Raum zu ihrer Ausbildung mehr gefunden hätte.

In den hier vorgeführten Fällen konnte man sich leicht von der gleichzeitigen und gleichartigen Bildung des eingeschlossenen Gesteines mit dem umschliessenden überzeugen und eine gegentheilige Annahme durch den Augenschein vollständig widerlegen. Schwieriger gestaltet sich die Sache, wenn die eingelagerte Masse zu solchen Dimensionen heranwächst, dass ihr Verhalten mit einem Blicke nicht mehr übersehen werden kann, wenn man es also mit förmlichen Lagern zu thun hat.

Am leichtesten und sichersten wird die Beurtheilung in dem Falle werden, wenn man zuerst ein geschichtetes Lager in einer geschichteten Formation, z. B. Kalkstein im Gneiss, Glimmerschiefer oder Grauwackenschiefer betrachtet. Man sieht hier die Schichten des Kalksteins in gleichförmiger Richtung mit den Schiefern verlaufen, also ganz in deren Ordnung eingehend, so dass sie ein vollständiges Aequivalent für die fehlende Schiefermasse darbieten. Die Schiefer stossen theils an der eingelagerten Masse ab, theils ziehen sie sich um selbige herum, und wenn man, wie es bisweilen vorkommt, zu beobachten Gelegenheit hat, dass letztere an ihren beiden Enden sich auskeilt, so hat man dieselbe Erscheinung im Grossen vor sich, die im Kleinen ein Krystall, eine Hornsteinkugel oder überhaupt eine kleinere Masse, als allseitig umhüllt von ihrem Muttergesteine, darbietet. Solche Lager sind offenbar gleichzeitiger und gleichartiger Entstehung mit der Gebirgsmasse, in welcher sie als ein ihr untergeordnetes Glied auftreten.

Man hat aber auch noch andere Merkmale, aus welchen man sich häufig dieses Umstandes versichern kann, selbst wenn weder das Lager noch sein Nebengestein geschichtet ist. Es kommt nämlich öfters vor, dass beide durch allmählige gegenseitige Uebergänge sich dermassen ineinander verflechten, dass längs der Grenzen ein Mittelgestein zum Vorschein kommt, welches ein evidentes Beweismittel für die Gleichzeitigkeit und Gleichartigkeit der Bildung des Lagers mit seinem Nebengesteine abgiebt. Mitunter kommt eine eingelagerte Masse nicht in ununterbrochener Erstreckung im Grundgebirge vor, sondern mehrere Parthien desselben liegen [bei geschichteten Gebirgen in der Richtung des Streichens ihrer Struktur] in gewissen Entfernungen hintereinander, gewissermassen ein unterbrochenes Lager darstellend; oder es finden sich einzelne kleinere Parthien der eingelagerten Masse hie und da unregelmässig im Nebengesteine verstreut. An solchen hat man leicht Gelegenheit sich zu überzeugen, dass sie von

letzterem allseitig umhüllt sind, und wird dadurch überführt, dass sie nicht spätere Eindringlinge, sondern mit diesem gleichzeitige und gleichartige Bildungen sind. Was aber von den kleinen Massen gilt, darf auch für die gleichartigen grossen lagerförmigen geltend gemacht werden, selbst wenn in einem solchen Falle diese sich nicht durch Uebergänge mit dem Nebengesteine verflechten, sondern scharf von ihm abschneiden sollten.

Ganz besonders lehrreich sind die unförmlichen ungeschichteten Massen, die als Einschlüsse von ungleichförmiger Lagerung in geschichteten Gebirgsarten vorkommen, ohne dass diese eine Störung in ihrer Struktur erlitten haben. Mons* hat diesen Verhältnissen mit Recht eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die merkwürdigsten von diesen unförmlichen Massen sind die des Granites. Man wird nicht leicht ein Schiefergebirge [aus Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke . . . zusammengesetzt] finden, worin man sie nicht von der Grösse einiger Kubikfusse und darunter bis zur Grösse einer Kubikmeile und darüber anträfe. Und diese Massen, gross und klein, liegen in dem gleichförmig gelagerten Schiefergebirge, ohne dass die Gebirgsmassen- und Gesteinstruktur desselben eine wesentliche oder ins Grosse gehende Veränderung in ihrer Richtung erlitten, denn wenn auch die eingelagerten Massen Biegungen hervorgerufen haben, so gleichen sich doch diese bald wieder aus. Man kann daher mit Recht sagen, dass das gleichförmig gelagerte Schiefergebirge im Allgemeinen in Hinsicht seiner Struktur und Lage sich so verhält, als ob die eingeschlossenen Granitmassen in ungleichförmiger Lagerung gar nicht vorhanden wären. — Ausser dem Granite zeigen Porphyr, Grünstein, Basalt, Wacke und andere mit dem Granite in naher Verbindung stehende Gebirgsmassen dieselben Verhältnisse im Grossen und Kleinen. Mons führt als ausgezeichnetes Beispiel die Gruben von Joachimsthal an. Man hat in denselben eine Menge, namentlich von Porphyr- und Wackenmassen, getroffen, und überall, ohne eine einzige Ausnahme, die Struktur des Schiefergesteins in der vollkommensten Ordnung; und wenn auch die Lage der Gesteine sich hie und da um etwas ändert, so sind doch diese Aenderungen in der Nähe der Porphyr- und Wackenmassen nicht häufiger und grösser als in der weitesten Entfernung von denselben.

Indess nicht allein die Gesteine, denen eine pyrogene Bildung zuerkannt wird, sondern auch Kalksteine, Thonschiefer, Sandsteine, Gips u. a. bieten dieselben Verhältnisse dar. Ein höchst instruktives Beispiel führt Mons von ersteren an. Der Kalkstein kommt im Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer sowohl in Form von Lagern als auch von liegenden Stöcken d. h. als unförmliche Massen in abweichender Lagerung vor; die Struktur der Schiefer stösst zuweilen hart an dem Kalksteine ab oder biegt sich in der Nähe desselben und schmiegt sich gleichsam an ihn an, wobei oft ein un-

* Geognos. S. 159.

gemein merkwürdiges, in Fig. 11 dargestelltes Verhalten beobachtet wird. Man sieht nämlich in der den Schiefern [a] inneliegenden

Fig. 11.



Kalkmasse [b] abermals Schieferparthien eingeschlossen, deren Struktur die Richtung der Hauptmasse beibehalten hat. Ein solches Einschachteln und in solcher Regelmässigkeit schliesst jede Vorstellung von einem späteren Eindringen aus; so etwas konnte nur bei gleichzeitiger und gleichartiger Bildung des Schiefers und Kalksteines erfolgen.

Dieser eben angeführte Fall ist uns noch weiter sehr interessant, weil er uns zugleich über das Verhalten der sogenannten Bruchstücke oder Fragmente von Gesteinen, die in andern Gebirgsarten vorkommen, belehrt. Es erscheinen nämlich die vier kleinen Schieferstücke, welche von der Kalkmasse umschlossen sind, allerdings als Bruchstücke von der grossen Schiefermasse, denn ohne das Dazwischentreten des Kalksteins würden sie sich mit letzterer in unmittelbarer Verbindung befinden; allein der vorliegende Fall zeigt, dass diese Fragmente nicht bereits erhärtet waren, als sie vom Kalke umschlossen wurden, denn sonst hätte es ihr Muttergestein, zu dem sie gehören, ebenfalls sein müssen, und ein späteres Eindringen der rings umschlossenen Kalkmasse in letzteres wäre alsdann unmöglich gewesen. Im Gegentheil geht aus diesem Verhalten hervor, dass beiderlei Massen ursprünglich, als sie sich noch im plastischen Zustande befanden, confundirt waren, und als es dann bei der Verfestigung zur chemischen Ausscheidung kam, wurden Stücke der Hauptmasse vom Kalkstein zurückgehalten, ohne dass die Anziehungskraft der ersteren es verhindern konnte, während ihre Tendenz zur Gestaltung doch noch mächtig genug war, um wenigstens in den von ihr losgelösten Stücken die gleiche Struktur auszuprägen. Wir haben hier also ursprüngliche Bruchstücke vor uns, d. h. solche, die schon von ihrer Verfestigung an von der Hauptmasse geschieden waren. Für die Gleichzeitigkeit und Gleichartigkeit dieser Bildungen haben wir hier demnach den doppelten Beweis: 1) dass die Kalkmasse rings vom Schiefer umschlossen ist, ohne dass ein Durchbruch der ersteren oder eine Verrückung der Schichten des letzteren wahrnehm-

bar ist; 2) dass umgekehrt Schieferstücke mit Beibehaltung der der Hauptmasse zustehenden Strukturrichtung in gleicher Weise dem Kalksteine eingefügt sind.

Anderer Ansicht über die Entstehung der Bruchstücke ist die plutonistische Schule, zumal wenn es sich um Einschlüsse in sogenannten plutonischen oder vulkanischen Gesteinen handelt. Man sieht häufig in granitischen Gebirgsarten, in Schiefern und im Basalte Einschlüsse von Granit, Kalkstein oder andern Felsarten, die alle als Beweise für das feurige Aufsteigen der ersteren angeführt werden. Sind dabei die Fragmente von derselben Masse wie das Nebengestein, so betrachtet man sie als von selbigem bei der Eruption der Granite, Basalte und Schiefer losgerissen; sind sie nicht identisch, so werden sie als Bruchstücke von solchen Felsarten erklärt, die in der Tiefe verborgen liegen und ihre Existenz lediglich dadurch verrathen, dass Trümmer von ihnen beim gewaltsamen Hervorbrechen der eruptiven Massen abgerissen und mit in die Höhe geführt wurden. Indess die Erscheinungen, welche in Fig. 11 vorliegen, verhelfen uns zu einer andern befriedigenderen Erklärung. Wenn nämlich die Fragmente, welche im Basalt, Granit u. s. w. eingeschlossen vorkommen, mit dem Nebengesteine gleichartig sind, so haben wir den Fall vor uns, den uns die vier kleinen Schieferfragmente im Kalksteine anzeigen. Sind die Einschlüsse aber ungleichartig mit dem Nebengesteine [z. B. Granitfragmente in Basalt, ohne dass Granit zu Tage ansteht], so tritt der andere Fall ein: Kalksteinmasse im Schiefergesteine, ohne dass letzteres mit Kalkgebirge in Verbindung steht. Haben nun die in Fig. 11 vorgeführten Erscheinungen keine andere Erklärung als die ihrer gleichzeitigen und gleichartigen Bildung zugelassen, so ist es überflüssig auf eine andere bei fragmentarischen Einschlüssen in Graniten, Basalten u. s. w. zu denken.

Es ist noch ein anderer Umstand zu beachten. Die eingeschlossenen Gesteinsstücke zeigen allerdings häufig eine Form wie Bruchstücke, die von Felsenmassen abgeschlagen wurden; sehr oft aber sind sie von einem andern Aussehen, indem sie bei ansehnlicher Länge so dünn und an den Rändern so scharf auslaufend sind [Thonschiefer in Grauwacke], dass man ihre Erhaltung bei einer vorausgesetzten gewaltsamen Ablösung nicht begreift, oder sie verfliessen an ihren Rändern mit dem Nebengesteine in einer Weise, dass man von beiden einen gleichzeitigen weichen Zustand annehmen muss. Diese Fälle belehren uns aber, wie man sich die andern, wo die Einschlüsse die Form von Bruchstücken oder auch von Geschieben annehmen, zu deuten habe.

Von den gleichförmig übereinander gelagerten Gebirgsarten haben wir noch bemerklich zu machen, wie sie sich längs ihrer Grenzen zu einander verhalten können. Entweder schneiden sie scharf voneinander ab, oder sie verflechten sich gegenseitig. Letzteres kann in dreifacher Weise geschehen. Erstlich können sie sich durch gegenseitige Uebergänge verbinden; oder kleine Massen des einen Gesteins kommen noch in den

nächsten Schichten des andern zum Vorschein, bis sie weiterhin ganz verschwinden; oder sie wechseln anfänglich schichtenweise miteinander ab, bis das folgende Gestein allein für sich auftritt. Letzteren Fall nennt man die Wechsellagerung, die aber noch einen weiteren Begriff hat, indem zwei verschiedene, aber gleichförmig gelagerte Gebirgsarten im fortwährenden Wechsel begriffen sein können. In allen drei Fällen sind die in solcher Weise miteinander verbundnen Felsarten als gleichzeitiger und gleichartiger Entstehung zu betrachten.

Von den lagerartigen Einschlüssen kann es nach dem Vorhergehenden nicht zweifelhaft sein, ob man sie als gleichzeitige und gleichartige Bildungen mit ihrem Nebengesteine zu betrachten hat, oder nicht. Etwas Anderes ist es aber mit den Gängen, über welche gerade in dieser Beziehung die widersprechendsten Ansichten bei den Geologen sich kundgeben. Nach den Einen haben sich die Gangspalten als leere Räume vorgefunden und sind dann in mechanischer oder in neptunisch-chemischer Weise von oben erfüllt worden; dies ist Werner's Ansicht. Nach Andern haben sich die Gänge von unten her angefüllt, indem aus dem feurigen Erdinnern vulkanische Eruptionen erfolgten, welche die überliegenden Gebirgsmassen gewaltsam sprengten und die dadurch entstehenden, zum Theil auch die schon vorfindlichen Spalten mit feurig flüssigem Materiale oder Sublimationen erfüllten; dies ist die Ansicht der vulkanistischen Schule. Mohs, der den Gangerscheinungen eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und die verschiednen, hierüber aufgestellten Theorien mit grossem Scharfsinne geprüft hat, bestreitet schon gleich den neptunistischen Fundamentalsatz von der Spaltentheorie und sieht die Gänge für gleichzeitige und gleichartige Bildungen mit ihrem Nebengesteine an, womit er zugleich auch die vulkanistische Hypothese als unhaltbar abweist. Wilh. Fuchs, der sich als genauer Beobachter bewährt hat, erklärt für einen Theil der Gänge die neptunische, für einen andern die plutonische Entstehung als annehmbar, wobei die Mehrzahl auf erstere kommen würde. G. Bischof hat, auf zahlreiche chemische Versuche gestützt, die Erklärung abgegeben, dass man sich die Entstehung der Erze auf Gängen nicht anders als auf nassem Wege denken könne.

Schon aus diesen Angaben ist es ersichtlich, dass die Gangtheorie noch lange nicht zu einem sicheren Abschlusse gekommen ist. Hier ist nicht der Ort, alle in dieser Beziehung streitigen Punkte ausführlich zu erörtern; für unsern Zweck genügt es, die hauptsächlichsten Momente im Nachstehenden zur Sprache zu bringen.

Die Werner'sche Ansicht von der Ausfüllung der Gänge von oben hat an Kuehn* einen erfahrnen und umsichtigen Sachwalter gefunden. Insbesondere hat er sich bemüht zu beweisen, dass den Gängen nur eine beschränkte Erstreckung in die Teufe zukomme, im Gegensatz zu den Vulkanisten, welche die Gänge durch die ganze uns bekannte Erdkruste hindurch bis in diejenige Tiefe niedersetzen lassen,

---

* Handbuch der Geognosie. II. Bd. [1836]. 6. Abschnitt.

in welcher sich der Sitz der feurigen Thätigkeit befinden soll. Wenn KUEHN es auch nicht absolut negiren will, dass solche Fälle vorkommen könnten, so behauptet er dagegen mit aller Bestimmtheit, dass weit die meisten Gänge viel eher ihr unteres Ende finden. Die Mehrzahl derselben hält zwischen 200 bis 1000 Lachter Länge inne, blos eine geringe Zahl erreicht 3000 bis 4000 Lachter Länge, und nur sehr wenige setzen auf Erstreckungen von mehreren Meilen ins Feld. Die über die Endigung der Gänge gemachten Erfahrungen hat KUEHN im §. 622 zusammengestellt, und hält sie für hinreichend, um die vulkanistische Ansicht von der Ausfüllung der Gänge als unmöglich darzustellen.

Eine derartige Abfertigung einer Lebensfrage für die vulkanistische Schule konnte sich diese nicht ruhig gefallen lassen, und so versuchte es F. C. von BEUST* das verloren gegangene Terrain dem Gegner wieder zu entreissen. WERNER's Behauptung von dem Auskeilen der Gänge war besonders auf das Verhalten der im alten Flötzkalksteine aufsetzenden Gänge begründet, die in demselben ihre Endschaft erreichen und deshalb vom Bergmanne verlassen werden. BEUST's Gegenrede bestand nun darin, dass blos die Erzführung oder die Bauwürdigkeit der Gänge auf den Bereich gewisser Schichten des alten Flötzkalksteins eingeschränkt sei, dass aber die Gangspalten selbst wohl tiefer niedersetzen und sich dabei auch wieder aufthun dürften, wenngleich vielleicht ohne bauwürdigen Gehalt.

Wollen wir gerecht sein, so ist allerdings zuzugestehen, dass die Frage über die untere Endigung der Gänge auf dem Wege der Erfahrung noch nicht in ihrer Allgemeinheit erledigt ist und höchst wahrscheinlich auch niemals auf diesem erledigt wird, weil der Bergbau den Gang verlässt, wenn die Schwierigkeit des Abbaues mit der Tiefe zu gross wird oder die Erzführung sich verliert. Die Vermuthung, dass der Gang mit tauben oder späterhin selbst wieder mit bauwürdigen Mitteln noch tiefer fortsetze, kann also auf empirischem Wege nicht widerlegt werden, zumal bei dem sonderbaren Verhalten der Gänge, die oft auf lange Strecken verdrückt plötzlich sich wieder aufthun oder durch Verwerfung an einem entlegenen Orte von neuem zum Vorschein kommen. Eine solche Vermuthung kann aber auch nicht bewiesen werden, weil sie sich jeder Erfahrung entzieht, daher sie ebenfalls keine wissenschaftliche Geltung ansprechen kann; sie kann dies um so weniger, da denn doch für mehrere Fälle mit höchster Wahrscheinlichkeit zu behaupten ist, dass wirklich das untere Ende von Gängen erreicht worden ist. Auch v. DECHEN**, der einen entschieden plutonistischen Standpunkt einnimmt, gesteht zu, dass die hier besprochene Frage gewiss nicht in dem Sinne bejahend beantwortet werden könne, dass überall die Gänge mit einer concentrirten

* Krit. Beleuchtung der WERNER'schen Gangtheorie.

** Verhandl. d. Vereins der preuss. Rheinlande VII. S. 161 [Jahrb. f. Mineral. 1851 S. 210].

Erzführung bis zu den unterirdischen Heerden hinabführen: „diese Fälle", sagt er, „liegen in dem Gebiete der Möglichkeit, sie gehören aber eben nicht zu den wahrscheinlicheren." Gleichwohl haben sich enthusiastische Vulkanisten nicht enthalten können, in bildlichen Darstellungen, selbst in den Lehrbüchern, die doch nur den faktisch ermittelten Bestand zu schildern hätten, die sämmtlichen Gänge mit unbegrenztem Ende in die unergründliche Teufe hinab sich stürzen zu lassen.

Wenn demnach die Vulkanisten bezüglich der untern Endigung der Gänge von der Erfahrung ganz verlassen, für manche Fälle sogar im Widerspruche mit ihr befindlich sind, so fragt es sich, welche denn die sonstigen Stützen für ihre Ansicht sind, dass die Gänge sich von unten her auf feuerflüssigem Wege angefüllt haben. Man wird alsdann auf die Vulkane hingewiesen, die noch jetzt Spalten mit ihren Laven erfüllen, auf die Ofenbrüche, welche auf trockenem Wege allerlei Krystalle erzeugen, auf die Veränderungen, welche Gänge in ihrem Nebengesteine theils in mechanischer, theils in chemischer Weise hervorbringen, endlich auf die Bruchstücke, welche die feurig aufsteigenden Massen beim Durchbruche durch die ihnen vorliegenden festen Gesteine abgerissen und umwickelt haben sollen. Hierauf ist Folgendes zu erwiedern.

Es ist allerdings richtig, dass, wenn ein Vulkan in Thätigkeit geräth und seine Laven nicht durch den gewöhnlichen Kanal ausstösst, sondern seine Wandungen zerreisst und aus diesen die feuerflüssigen Massen ergiesst, in solcher Weise Spalten mit Laven, die sich später erhärten, erfüllt werden. Hier hat man also, sagen die Vulkanisten, die Spaltenbildung und ihre spätere Ausfüllung mit geschmolzenem, zum Theil auch sublimirtem Material vor Augen; wie jetzt noch Gänge entstehen, so sind sie alle in älteren Zeiten entstanden.

Allein hiemit haben die Vulkanisten viel zu viel bewiesen. Da die Vulkane nur basaltisches Material produciren, so könnten höchstens die basaltischen Gänge, die in den verschiedenartigsten Gebirgsformationen vorkommen, für gleichartiger Entstehung mit den Lavagängen erklärt werden, und diese Behauptung sieht die vulkanistische wie die gemässigtere plutonistische Doktrin als vollständig gerechtfertigt an. Indess schon gegen diese Schlussfolgerung müssen wir einige Bedenklichkeiten erheben. Es können nämlich gewisse Mineralien künstlich auf beiden Wegen, dem trockenen und nassen, dargestellt werden, und wenn auch die Anzahl der auf ersterem Wege erlangten grösser ist als der auf dem andern, so lässt sich doch für gar viele Mineralien und Gesteine überhaupt, die wir nicht künstlich darstellen können, aus den Umständen, unter welchen sie erscheinen, erweisen, dass ihre Bildung nur auf dem nassen Wege vor sich gegangen sein kann. Daraus, dass ein Gang aus basaltischer Masse besteht, folgt demnach keineswegs, dass seine Entstehung auf feuerflüssigem Wege vor sich gegangen ist; erst das Verhalten zu seinem Nebengesteine kann über diesen Punkt Aufschluss geben. Wir werden später bei

der Charakteristik des Basaltes zeigen, dass nicht einmal die ausserhalb des vulkanischen Gebietes sich einstellenden basaltischen Gänge unter solchen Umständen auftreten, dass ein Schluss auf ihren vulkanischen Ursprung sich rechtfertigen liesse.

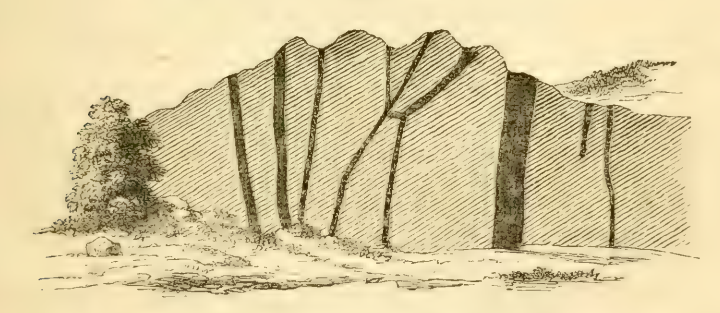
Wenn aber nicht einmal für die basaltischen Gänge ihre feuerflüssige Entstehung durchgängig zur Evidenz gebracht werden kann, so ist dies noch weniger möglich für die übrigen Gesteinsgänge, wie sie vom Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Quarz, gebildet werden, da derartige Gangmassen kein Analogon in den dermalen noch zu Stande kommenden Spaltausfüllungen der aktiven Vulkane finden. Für die Erzgänge fehlt aber vollends aller Anhaltspunkt an der Erfahrung, da mit ihnen die aktiven Vulkane in gar keiner Beziehung stehen, und niemals mit Metallen erfüllte Gänge zu Stande bringen. Einer unserer hochachtbarsten Geognosten, v. Dechen, der um seinen plutonistischen Inklinationen doch einige Konzessionen zu machen, es nicht für ganz unmöglich finden will, dass viele Metalle und andere auf den Erzgängen vorkommende Substanzen etwa doch aus den Tiefen, vielleicht als Sublimate, gekommen sein dürften, spricht dagegen mit aller Bestimmtheit den positiven Satz aus: „aus der Beschaffenheit sowohl als aus der Form vieler Mineralien auf den gewöhnlichen Erzgängen ist mit völliger Sicherheit die Bildung auf nassem Wege nachzuweisen.“ Und an einem andern Orte lehnt er die gewöhnliche vulkanistische Ansicht eben so entschieden ab: „die Form der Zusammensetzung sowohl,“ äussert er, „als die Beschaffenheit der Substanzen spricht in sehr vielen Fällen ganz unbedingt dagegen, dass die Ausfüllungsmasse der Erzgänge in einem geschmolzenen Zustande in dieselben eingedrungen und darin erstarrt sei.“

Was die Berufung auf die Bildung verschiedener Mineralien in Folge von Hohofen-Prozessen oder sonst auf feurigem Wege zu Gunsten vulkanischer Deutungen anbelangt, so ist dieselbe schon im Vorhergehenden abgewiesen worden, da die Unmöglichkeit einer Entstehung derselben auch auf nassem Wege nicht dargethan werden kann.

In Bezug auf die Veränderungen, welche Gänge in ihrem Nebengesteine herbeiführen sollen, so ist anzuerkennen, dass solche öfters eintreten, eben so oft aber oder vielmehr weit häufiger ganz und gar vermisst werden, dagegen auch nicht selten an der Grenze zweier Felsarten, die entschieden neptunischen Ursprunges sind, vorkommen und zum Theil in das Gebiet der Kontaktwirkungen gehören. Selbst vom Basalte wird es später gezeigt werden, dass die mitunter von ihm ausgegangenen Veränderungen des Nebengesteins, die auf einen mehr oder minder hohen Hitzegrad desselben schliessen lassen, nicht Beweise seines feurigflüssigen Aufsteigens, sondern Folgen und Nebenerscheinungen des chemisch-krystallinischen Bildungsprozesses sind. Endlich wird bei der Charakteristik der Felsarten noch im Besonderen und ausführlich dargethan werden, dass die Gänge nicht ihr Nebengestein durchbrochen und den Raum, den sie jetzt einnehmen, selbst

hervorgebracht oder eröffnet haben können, weil sie weitaus in den meisten Fällen die Schichtung ihres Nebengesteins nicht gestört haben. Ein solcher Durchbruch aber konnte, allen Erfahrungen an den gegenwärtig aktiven Vulkanen gemäss, nicht anders als mit gänzlicher Zerrüttung der Schichtung und der Gebirgsmassen selbst vor sich gehen. „Diese Folge von der vorausgesetzten Begebenheit ist," um uns der Worte von Mohs* zu bedienen, „so evident, dass man ohne sie den Vorgang nicht denken kann, und es ist daraus klar, dass, wenn sie nur in einem richtig beobachteten Falle nicht stattfindet, man an jenem Vorgange nicht nur zu zweifeln berechtigt ist, sondern ihn sogar nicht annehmen darf, weil er einem räumlichen Verhältnisse widerspricht, welches man vollkommen einsehen kann und von welchem man keine durch erweiterte Erfahrung verbesserte Einsicht zu erwarten hat. Beruhte die Entscheidung auf chemischen Gründen, so würde man anders urtheilen müssen, denn von dem, was jetzt chemisch unmöglich scheint, kann die Möglichkeit noch immer durch die Erfahrung erwiesen werden, was aber zu einer Zeit den Grundsätzen der Mechanik widerspricht, wird ihnen zu jeder andern Zeit widersprechen, und dahin gehört die Erscheinung, dass eine Gebirgsmasse im festen oder im flüssigen Zustande aus dem Innern der Erde hervorsteigt, ohne die Struktur der Gebirgsmassen, durch welche sie hindurchgeht und darin sie sich einen Raum eröffnet, in Unordnung zu bringen." Um das Gesagte nur durch ein Beispiel zu veranschaulichen, so betrachte man Fig. 12, welche eine Felsmasse körnigen

Fig. 12.



Kalksteines bei Ardstätten in Oesterreich darstellt. Derselbe ist geschichtet, stark quarzig, und der Quarz bildet Gänge in ihm, ohne die Schichtung des Kalkes zu stören.

---

* Geognos. S. 139, 340; Mineralog. S. XXIX. — „Ich habe", sagt Mohs, „hunderte von Erscheinungen dieser Art, die letzten in den Gruben von Joachimsthal in Böhmen, mit aller Genauigkeit und mit aller auf diesen Gegenstand gerichteten Sorgfalt beobachtet, und auch nicht die mindeste Spur einer solchen Unordnung gefunden."

Man führt zuletzt noch die Bruchstücke, welche in den Gangmassen vorkommen, als Beweise für die spätere Entstehung der letzteren an, und beruft sich insbesondere auf diejenigen Einschlüsse, welche mit dem anstehenden Nebengesteine nicht gleichartig sind, daher als Theile einer tiefer liegenden, sonst aber nicht zu Tage ausgehenden Gebirgsart vermuthet werden, die bei dem gewaltsamen Aufsteigen der feurig-flüssigen Gangmassen losgerissen, umwickelt und mit in die Höhe geführt wurden. Hiegegen ist schon vorhin das Nöthige beigebracht worden und werde ich am Schlusse dieses Kapitels nochmals darauf zurückkommen.

Ehe wir zur Darlegung der Gangtheorie weiter vorschreiten, wird es zur Erlangung eines Untergrundes, auf dem sich sicher fortbauen lässt, nicht unpassend sein, zuvor noch die Stimme eines Mannes zu vernehmen, der durch seine amtliche Stellung die Gelegenheit und durch seine wissenschaftliche Bildung die Befähigung hatte, sich mit den Gangverhältnissen genau bekannt zu machen und dessen Wort um so unbefangener aufgenommen werden wird, da er selbst der plutonistischen Schule angehört, ihm daher auch nicht ein Vorurtheil gegen deren Ansichten nachgesagt werden kann. Es ist dies Wilh. Fuchs*, der bezüglich der Verhältnisse der Erzlagerstätten des schemnitzer Bergdistriktes zu folgenden Erfahrungssätzen gelangt ist, die, wie er bemerkt, auf unzweifelhafte Weise sich herausstellen.

1) Alle Metalle, welche sich in den Gängen zu abbauwürdigen Gruppen anhäufen, finden sich im ganzen Ganggebirge, theils regellos vertheilt, theils vorzugsweise in der Nähe der besondern Ablagerungen [Gänge] zusammengedrängt, gelangen aber grösstentheils nur innerhalb der Grenzen dieser letzteren zu gewinnbarer Entwicklung.

2) Die Verbindungsform [Mineralspezies], in welcher die Metalle im Nebengestein auftreten, differirt im Allgemeinen nicht von jener, in der sie in der Gangmasse erscheinen, was sich mit voller Bestimmtheit beim Eisen [Schwefelkies], Kupfer [Kupferkies], Blei [Bleiglanz], Zink [Blende], Gold [regulinisch mit Silber verbunden] und Antimon [Grauspiessglanzerz] nachweisen lässt, beim Silber jedoch minder in die Augen fällt.

3) Die besondern Lagerstätten [Gänge] sind Spalten im Gebirgsgesteine, welche allmählig theils auf mechanischem [durch Baumstämme, Kohle, Gerölle, Thonmassen], theils auf chemischem Wege durch Krystallbildung, und in diesem letzteren Fall durch Krystallansatz an den Ulmen der Spalten, zum Theil oder ganz ausgefüllt wurden.

4) Die Krystallbildung fand unter Beihülfe tropfbarflüssigen Wassers statt und die Grundmasse der Gangausfüllung [Quarz] umschloss keineswegs bereits ausgebildete, auf anderem Wege entstandene

* A. a. O. S. 68.

Erze, sondern entstand mit diesen zugleich und bildete sich mit denselben gleichzeitig auf gleichartige Weise aus.*

Es ist schon vorhin bemerklich gemacht worden, dass W. Fuchs die Gänge nach ihrer Entstehungsweise in plutonische und neptunische theilt. Zu jenen rechnet er die von den aktiven Vulkanen gebildeten nebst denen von augitischen Gesteinen, doch gesteht er zu, dass, was bei den Vulkanen offenkundig und unläugbar vor Augen läge, bei den augitischen Gesteinsgängen einen zweifelhafteren Charakter gewinne. Alle andern Gänge, und mithin alle Erzgänge, sieht er als neptunischen Ursprungs an und weist für diese die Annahme eines Emporclringens feurig-flüssiger Massen aus der Tiefe in die Spalten des gesprengten Gebirges als eine unmögliche und nicht eine einzige der Erscheinungen erklärende ab.

Zwei der angesehensten Geognosten aus der plutonistischen Schule, v. Dechen und W. Fuchs, sind also mit uns wenigstens darin übereinstimmend, dass sie alle Erzlagerstätten nicht als vulkanische oder plutonische, sondern als neptunische Ablagerungen ansehen; hiemit ist demnach der wichtigste Theil derselben dem neptunischen Bereiche überwiesen. Um so weniger brauchen wir Anstand zu nehmen, auch den Rest, nämlich die sämmtlichen Gesteinsgänge, gleichfalls diesem Gebiete zuzuerkennen, indem wir mit Mohs der Meinung sind, dass zwischen Erz- und Gesteinslagern kein scharfer Abschnitt vorhanden ist, so dass man nicht sagen kann, wo die einen anfangen und die andern aufhören, vielmehr beide für Bildungen halten muss, welche, was ihre Natur, Beschaffenheit und Entstehung betrifft, dergestalt miteinander übereinstimmen, dass man auf den einen erwarten darf, was man auf den andern gefunden hat.

Noch ist ein wichtiger Punkt nicht erörtert worden, nämlich der, ob denn wirklich die Gänge in Spalten entstanden seien. Mohs und Dechen weisen darauf hin, dass die räumlichen Verhältnisse der Gänge als Spalten in vorhandenen festen Gebirgsmassen der Erklärung eben so grosse Schwierigkeiten entgegensetzten als die Bildungsweisen ihrer Ausfüllungsmassen selbst. Wenn auch, wie Dechen bemerklich macht, an einigen Gängen die Spaltennatur mit einer Verschiebung der beiden dadurch getrennten Gebirgstheile und gewöhnlich mit einer Senkung der im Hangenden der Spalte gelegenen Gebirgsmassen deutlich und bestimmt wahrnehmbar sei, so sei an andern dagegen die Spaltennatur des Raumes so wenig erkennbar, dass sehr gediegene Forscher, wie Hausmann, einige der wichtigsten Erzgänge als Ausscheidungen in geschlossenen Räumen, gleichsam als grosse Mandeln und Drusen, betrachtet hätten.

Mohs geht noch weiter, indem er nicht blos behauptet, dass der wichtigste Satz der Theorie, nämlich der von der Entstehung der

* Für die Gültigkeit dieses vierten Satzes hat W. Fuchs einen evidenten Beweis vorgebracht, den wir bei Besprechung der Quarzbildung vorführen werden.

Spalten, nicht zu erweisen ist, sondern auch an Beispielen, wo Gänge sich verworfen haben, zeigt, dass bei diesen und andern Verwerfungen keine wirkliche Bewegung stattgefunden habe. „Wenn aber,“ so fährt er fort, „die Verwerfungen nicht die Folgen wirklich vorgegangener Bewegungen sind, so können sie nichts Anderes sein als Erscheinungen der Struktur oder Zusammensetzung. Die beiden nicht in einer Ebene liegenden und durch einen andern Gang getrennten Gangtrümmer können sich aufeinander beziehen und gleichsam ein einziges, einen Gang ausmachen, wie die über die Zusammensetzungsfläche fortsetzenden Theile der Individuen eines Zwillingskrystalls ein einziges Individuum sind, ohne dass jene jemals in unmittelbarem Zusammenhange gestanden haben, so wie unter diesen nie ein unmittelbarer Zusammenhang geherrscht hat. Es bleibt hier nichts übrig als ein Vergleich; denn mit jeder theoretischen Annahme geräth man in Widersprüche mit den Gesetzen der Mechanik. Man wird die Vergleichung der verworfenen Gänge mit kreuzförmigen Zwillingskrystallen noch treffender finden, wenn man solche betrachtet, bei welchen die Theile eines und desselben Individuums auf verschiednen Seiten des andern zwar eine gleiche Richtung, doch nicht eine gleiche, sondern nur eine parallele Lage haben, gerade so, als wären sie durch dieses, wie verworfene Gangtrümmer, aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden, was doch Niemand annehmen wird.“

Zur Erläuterung des eben Gesagten wähle ich 3 Beispiele, die ich von Mohs und Naumann entlehne.

Fig. 13 stellt einen Zwillingskrystall von Staurolith vor, wo die eine Hälfte [a] des zweiten querliegenden Krystalls zwar die gleiche Richtung der andern [b] beibehält, aber nicht in ihrer Fortsetzung, sondern unterhalb derselben, so dass a jetzt dieselbe Erscheinung wie ein verworfenes Gangtrum darstellt. Nun lässt freilich die Betrachtung eines solchen Krystalls keine Abrutschung wahrnehmen, die sogenannte Verwerfung muss also in dem Moment erfolgt sein, wo die Krystallisationskraft im Begriffe war aus der amorphen plastischen Masse einen regulären Zwillingskrystall zu gestalten, im Momente der Ausführung aber eine Störung eintrat, die zwar nicht gross genug war die Richtung von a zu verändern, wohl aber einen tieferen Ansatz zu veranlassen.

Fig. 13.

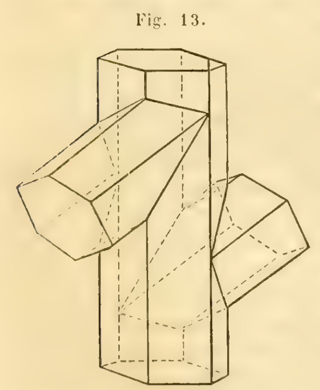
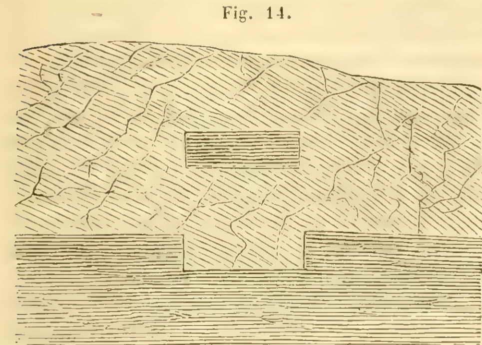


Fig. 14 zeigt eine bei Edinburg beobachtete interessante Erscheinung. Mit a ist das Steinkohlengebirge bezeichnet, das aus einem Wechsel von Sandstein, Mergel, Kalkstein, Schieferthon u. s. w. besteht, darüber liegt fester kleinkörniger Grünstein [b]. In der obersten Lage vom Steinkohlengebirge a fehlt ein rechteckiges Stück; man

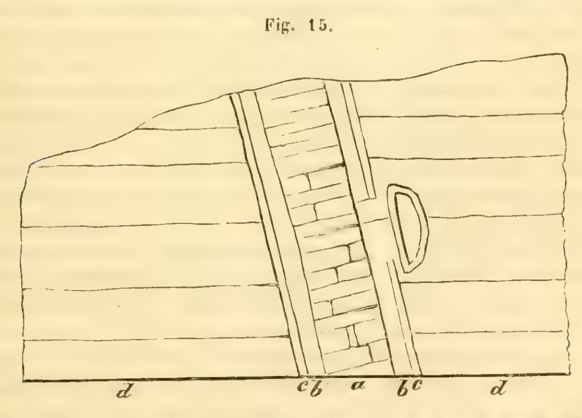
sieht aber dasselbe in der Entfernung von einigen Klaftern darüber mitten im Grünsteine liegen und zwar von solcher Form und Grösse, dass es genau in die Lücke von a passen würde. Da nun keine Klüfte oder Trennungen vorhanden sind, weder an den Grenzen des isolirten Stücks, noch an den Grenzen des Raumes, aus welchem es fehlt, noch zwischen beiden oder in dem unter dem Grünsteine befindlichen Steinkohlengebirge; da also keine Spur von Bewegung und Verrückung wahrnehmbar ist: so lässt sich der vorliegende Fall nur so deuten, dass, als mit dem Erwachen der bildenden Kräfte die Ausscheidung der im plastischen Zustande vermengten Massen von a und b begann, allerdings die Tendenz zum völligen Abschluss von a gegen b vorlag, dass aber im Momente der Ausführung ein Stück von a, wahrscheinlich durch frühere Verfestigung von b, abgeschnitten wurde, und sich nicht mehr in den allgemeinen Verband des Steinkohlengebirges einzufügen vermochte. Das isolirte Stück ist demnach nicht durch ein späteres Ereigniss von a abgerissen, sondern schon ursprünglich isolirt.

Fig. 14.



Mitunter kommen ähnliche Erscheinungen auch bei Gängen vor, wie eine solche Fig. 15 darstellt. Bei Aussig in Böhmen findet sich

Fig. 15.



an einer Sandsteinwand ein Basaltgang von 4 bis 5 Fuss Mächtigkeit. In der Mitte [a] besteht er aus wagrecht liegenden, unregelmässig säulenartigen Stücken; die bis 10 Zoll mächtigen Säume an den Saal-

bändern b b sind verwitterter Basalt, und das beide Saalbänder einfassende, 3 bis 4 Zoll mächtige Bestege c c zeigt eine bräunlichrothe bolusartige Masse. Der unmittelbar anstossende Sandstein ist etwas eisenschüssig und mürbe, fast nur zusammengebackener Sand, während er weiterhin fester und weiss erscheint. Ganz vorzüglich merkwürdig ist es, dass ein Stück des einen Saalbandes wie losgerissen und seitwärts in die Sandsteinmasse hinausgedrückt erscheint, während die Lücke vollständig vom Sandsteine ausgefüllt ist, „ohne Verwerfungen, ohne Zerklüftungen oder sonstige Störungen." Die Masse dieses isolirten Theiles ist identisch mit jener des Saalbandes, und durch dieselbe bolusartige Substanz, wie durch eine Schale vom Sandsteine ringsum abgesondert. Hier haben wir also einen ähnlichen Fall wie den vorhergehenden, nur noch instruktiver, weil hier evident nachgewiesen werden kann, dass das isolirte Stück nicht aus einem früheren Verbande mit der übrigen Masse herausgerissen wurde, denn dann könnte der bolusartige Besteg nur an der äussern Seite, nicht aber ringsum vorhanden sein. „Der allseitige Umschluss durch den Bolus", sagen wir mit Mohs, „trägt also bei, die gleichzeitige Entstehung der sämmtlichen Erscheinungen an dem Gange mit der umgebenden Gebirgsmasse zu beweisen und lehrt zugleich, dass diese keine blos mechanischen Bildungen sein können."

Zu gleichen Folgerungen gelangt man auch noch auf andere Weise. Im Kleinen kann man sich nämlich die Verwerfung und überhaupt die Mannigfaltigkeit der Gangrichtungen vollständig zur Ansicht bringen, wenn man unter den schwarzen Kalksteinen des Uebergangskalkes oder des Zechsteins solche, wie sie häufig vorkommen, sich aussucht, welche von weissen Kalkspathadern durchzogen sind. Man hat an solchen Handstücken Gelegenheit, das Schleppen, Kreuzen, Verwerfen der Gänge oft in grösster Deutlichkeit zu überblicken, und zwar dies Alles, ohne dass sich eine Verrückung der Gesteinsstruktur dabei wahrnehmen lässt. Diese Wahrnehmung hat mich schon vor geraumer Zeit zu der Ueberzeugung gebracht, dass diese kleinen weissen Gänge im dunklen Kalksteine als gleichzeitige Ausscheidungen in denselben angesehen werden müssten, und darauf hin habe ich mich für berechtigt gehalten, auch den Gängen im Grossen eine gleichzeitige und gleichartige Entstehung mit ihrem Nebengesteine zuzuerkennen. In dieser Ansicht bin ich um so mehr befestigt worden, seitdem ich ersehen habe, dass Mohs ihr in allen Stücken, W. Fuchs wenigstens im Wesentlichen beistimmt und dass die Bedenklichkeiten gegen die gewöhnliche vulkanistische Gangtheorie auch bei Plutonisten immer zahlreicher und gewichtiger hervortreten.

Die Annahme einer gleichzeitigen und ungleichartigen Entstehung der Gänge findet aber eine weitere Stütze in ihrer Verwandtschaft mit den Lagern, indem zwischen beiden kein wesentlicher Unterschied besteht und die Lagergänge, d. h. diejenigen Lager, welche eine Zeitlang konkordant mit den Schichten des Nebengesteins verlaufen, dann aber auf einmal die letzteren gangartig durchschneiden, die Ver-

bindung zwischen beiden Lagerungsformen herstellen. Wenn auch bei Lagern seltner als bei Gängen Bestege gefunden werden, so kommen sie doch bei jenen und selbst bei Stöcken ebenfalls vor; in gleicher Weise ist die zu beiden Seiten symmetrische Ablagerungsweise der Ausfüllungsmassen bei Lagern weit seltner und nie so vollkommen, als es häufig bei den Gängen der Fall ist, ausgebildet, findet aber gleichwohl mitunter bei ihnen wenigstens stellenweise statt. Die Differenzen zwischen Lagern und Gängen sind also keine wesentlichen. Bei Erklärung der Entstehung der Lager kann man sich aber keine vorher bestandenen leeren Räume denken, die erst späterhin von der Lagermasse ausgefüllt worden wären, denn es ist nicht einzusehen, wie ein solcher hohler Raum, dem Andrange der ihn einschliessenden und in der Bildung begriffenen Gebirgsmasse gegenüber, sich zu halten vermocht hätte. Man hat daher nicht umhin gekonnt, den Lagern eine gleichzeitige und gleichartige Entstehung mit ihrem Nebengesteine einzuräumen. Es versteht sich, dass man die gleiche Bildungsweise den Lagergängen zuschreiben muss, und will man konsequent bleiben, so muss man eine gleiche den eigentlichen Gängen ebenfalls zugestehen.

Eine weitere Unterstützung findet eine solche Annahme in dem Verhalten der stehenden Stöcke, welche gleichfalls die Schichten ihres Nebengesteins durchschneiden und eigentlich nur als Gänge von unförmlicher Ausbildung anzusehen sind. Man kennt kolossale derartige Stöcke in Skandinavien, hauptsächlich aus Magneteisenstein bestehend und dem Gneisse eingelagert, deren Begrenzung nach allen Seiten, auch nach der Tiefe, vollständig erforscht ist.* Es kann bei ihnen demnach auf dem direkten Wege der Erfahrung dargethan werden, dass sie nach unten geschlossen sind und nicht in die ewige Teufe hinabreichen, dass sie also auch nicht aus dieser im feurigen Flusse hervorgebrochen sein können, sondern dass sie lediglich als eine innerhalb des Gneisses mit ihm gleichzeitig entstandene Bildung zu betrachten sind. Es liegt kein Grund vor, den Gängen, namentlich den Erzgängen, eine andere Entstehungsweise aufdringen zu wollen, als sie für die stehenden Stöcke mit Nothwendigkeit angenommen werden muss.

Als Einwendung gegen die Annahme einer gleichzeitigen Entstehung der Gänge mit ihrem Nebengesteine wird gewöhnlich geltend gemacht, dass diese zuweilen nicht auf eine Gebirgsart beschränkt sind, sondern durch mehrere durchsetzen. Dieser Einwand wäre unwiderlegbar, wenn es erwiesen wäre, dass bei solchen Gebirgsarten die untere ihre Bildung bereits ganz vollendet hatte, als die folgende an die Reihe kam. Man wird sich nicht nur für derartige Fälle, sondern auch noch für andere, von denen bei der Theorie der Erdbildung gesprochen werden wird, entschliessen müssen, eine zwar bisher ziemlich allgemein gültige, gleichwohl aber unerweisbare Annahme, dass

* Dass überdies der Magneteisenstein zu den entschieden neptunischen Bildungen gehört, ist jetzt allgemein anerkannt.

nämlich jede Gebirgsart unmittelbar nach ihrer Ablagerung sich gleich konsolidirte und erhärtete, aufzugeben. In vielen Fällen mag diese Verfestigung augenblicklich erfolgt sein; es giebt aber andere, aus denen hervorgeht, dass manche, durch Ueber- oder Anlagerung miteinander verbundene Gebirgsarten längere Zeit in einem steif gallertartigen plastischen Zustand verharrten, bis sie gemeinsam miteinander erstarrten. Bei einer solchen Annahme hat dann das Durchsetzen der Gänge durch mehrere Gebirgsarten nichts Befremdliches mehr, im Gegentheil wird uns durch sie eine andere Erscheinung, die weder nach der WERNER'schen, noch nach der vulkanistischen Theorie erklärt werden kann, erst begreiflich. Es ist nämlich durch den Bergbau längst bekannt, dass Gänge, wenn sie aus einer Gebirgsart in eine andere, von jener sehr verschiedenartige übersetzen, ihren Erzgehalt verlieren. Ein solches Verhalten kann aus der von oben oder unten her geschehenden Ausfüllung von Spalten nicht begriffen werden, denn einer solchen wäre das Nebengestein etwas Gleichgültiges. Dass aber dem nicht so ist, dass vielmehr das Nebengestein einen mächtigen Einfluss auf die Erzmittel ausübt, wie dies auch die vorhin angeführten Beobachtungen von W. FUCHS ausser allen Zweifel setzen, ist ein Beweis, dass die Gangbildung durch die Natur des Nebengesteins bedingt ist.

Wenn HAUSMANN nur gewisse Erzgänge als Ausscheidungen in geschlossenen Räumen, gleichsam als grosse Mandeln und Drusen betrachten will, so halte ich mich für berechtigt, eine solche Annahme für sämmtliche Lagerstätten, seien es Nester, Putzen, Stöcke, Lager, Lagergänge oder Gänge geltend zu machen. Es ist schon vorhin angegeben worden, dass gewöhnlich die Erzgänge dieselben Erze enthalten, wie sie im Nebengesteine eingemengt gefunden werden, nur dass sie in letzterem nicht so massenhaft wie in jenen angehäuft sind. Bei dieser Gleichförmigkeit des Inhaltes des Ganges mit seinem Nebengestein wird es um so weniger beanstandet werden können, wenn man beiden einen gleichzeitigen und gleichartigen Ursprung zuschreibt. Da aber zwischen Erz- und Gesteinsgängen kein wesentlicher Unterschied besteht, indem auch jene öfters stellenweise metallleer sind, so wird das, was für erstere gilt, ohne Bedenken auch auf letztere übertragen werden können.

Mit der Annahme einer gleichzeitigen und gleichartigen Entstehung der Gänge mit ihrem Nebengesteine ist die Gangtheorie viel einfacher geworden, als sie es nach der WERNER'schen und nach der vulkanistischen Doktrin ist; sie bietet jetzt wenigstens keine andern Schwierigkeiten dar als die, auf welche man bei Erklärung des Ursprungs der besondern Lagerstätten überhaupt stösst. Die Gangtheorie ist bisher nur deshalb so schwierig und unklar gewesen, weil man von Voraussetzungen ausging, die mit dem Thatbestande im Widerspruche sich befanden, und daher auf Theorien verfiel, durch welche an sich einfache Erscheinungen erst zu verwickelten und dunkeln gemacht wurden.

Das über die Beziehungen der Lagerungsverhältnisse der Gänge und Lager gewonnene Resultat dürfen wir nun dahin verallgemeinern, dass überhaupt die fremdartigen Einschlüsse in einer Gebirgsart als gleichzeitige und gleichartige Bildungen mit der letzteren zu gelten haben. Die verschiedenartigen Massen waren ursprünglich in ihrem plastischen Zustande nicht immer vollständig gesondert, sondern zum Theil miteinander konfundirt, und als es dann durch die eintretende Thätigkeit des Chemismus und Krystallismus zur Ausscheidung und Konsolidation derselben kam, suchte jede sich nach ihrer eigenthümlichen Natur und Bewirkung zu gestalten. Solche Ausscheidungen und Gestaltungen der von den Bildungskräften ergriffenen chaotischen Massen konnten aber nicht ohne gewaltige Strömungen und Aufwallungen der letzteren vor sich gehen, wobei es auch nicht an Konflikten gefehlt haben wird, wie dies sowohl die Richtungen und Verwerfungen der Gänge als auch die isolirten fremdartigen Einschlüsse anzeigen, welche letztere durch andersartige, um und neben ihnen sich gestaltende Gesteinsmassen verhindert wurden, sich ihrer Hauptmasse anzuschliessen und deshalb als Bruchstücke sich formiren mussten. Man kann es sogar erwarten, dass die vom Zuge der Bildungskräfte ergriffenen strömenden Massen von ihren ebenfalls noch plastischen Nebenmassen Parthien umwickelten und in weite Entfernung fortführten, bis letztere mit dem Beginne der Gestaltung überhaupt zur besondern Ausscheidung und Formirung innerhalb der sie einschliessenden Masse gelangen konnten. In solcher Weise kann man sich die Einschlüsse von Graniten und andern Felsarten in Basaltgängen, auch da, wo jene nicht zu Tage anstehen, erklären, nur waren es nicht vulkanische, sondern neptunische Basaltströme, in welchen die mit ihnen konfundirten Einschlüsse sich fortbewegten, bis sie zur Ausscheidung auf chemischem Wege gelangten.

III. KAPITEL.

Mechanische und chemische Bildungen. Sandstein- und Konglomeratbildung. Reibungskonglomerate und Rutschflächen.

Mechanische Bildungen nennt man diejenigen, welche in losen Stücken durch das Wasser zusammengeschwemmt und vermittelst irgend eines Bindemittels zu kompakten Massen verbunden wurden; als Beispiele werden die Sandsteine, die Konglomerate, die sogenannten Porphyr- und Basalttuffe, von Vielen auch die dichten Kalksteine angeführt.

Chemische Bildungen sind solche, welche in Folge eines

chemischen Prozesses nach vorausgegangener Auflösung ihrer Grundmasse, sei es auf trocknem oder nassem Wege, sich gebildet haben. Da die Zahl der amorphen Mineralkörper sehr gering ist gegen die der krystallinischen, so setzt man gewöhnlich die chemische Bildung für identisch mit der krystallinischen, was jedoch, wie eben bemerkt, nicht für alle Fälle gleichbedeutend ist. Als chemisch-krystallinische Bildungen können der körnige Kalkstein, der Dolomit, Granit, Porphyr, Basalt genannt werden.

Zur Rechtfertigung der Ansicht von der mechanischen Bildung gewisser Felsarten, deren Bildungsakt längst abgelaufen und daher nicht durch direkte Beobachtung gekannt ist, hat man sich auf nachfolgende Erfahrungen berufen.

Wenn in ein mit Wasser gefülltes Gefäss oder in das Becken eines Landsees fein zertheilte Massen eines festen Körpers, z. B. Sand, oder thoniger, oder kalkiger Schlamm eingeführt werden, so wird sich derselbe nach einiger Zeit auf dem Boden mit horizontaler Oberfläche absetzen, wobei dem Gesetze der Schwere gemäss die grösseren und schwereren Stücke zuunterst, die kleineren und leichteren über letzteren zu liegen kommen. Wiederholen sich diese Beimengungen nach einiger Zeit, so werden sie allmählig einen zweiten Bodensatz veranlassen, der eine dem ersten ähnliche und parallele Lage annimmt. Auf gleiche Weise kann eine ganze Reihe solcher Niederschläge sich heranbilden.

Betrachtet man weiter diese Absätze, so wird man sich leicht überzeugen, dass sie voneinander unterscheidbar sind, theils durch Verschiedenartigkeit ihres Gemenges, theils durch besondere Flächen [Grenzflächen], wie solche innerhalb eines und desselben Absatzes nicht vorkommen. Es ergiebt sich also hieraus das Phänomen der Schichtung, und die einzelnen Bodensätze bilden die Schichten, die je nach dem eingeführten Materiale aus Sand, oder thonigem, oder kalkigem Schlamme bestehen. Gelangen solche Schlammschichten zur Erhärtung, so entstehen Schichten von Sandsteinen, thonigen Gesteinen, oder dichten und erdigen Kalksteinen. Die solchergestalt aus dem Wasser als Bodensätze oder Sedimente hervorgegangenen Bildungen nennt man daher S e d i m e n t b i l d u n g e n.

An den Meeresküsten hat man nicht selten Gelegenheit derartige, noch immer fortgehende Bildungen in ihrem Gestaltungsprozesse verfolgen zu können. Sand und Geschiebe werden von den Wellen ausgeworfen, in Schichten übereinander gehäuft und nicht selten durch ein kalkiges oder eisenschüssiges Bindemittel dermassen fest verkittet, dass beim Schlagen die Geschiebe eher zerspringen als von jenem sich ablösen. An der Küste von Messina bildet sich z. B. fortwährend ein Sandstein unter dem Meeresspiegel, indem die von den Wogen herbeigeführten Sandmassen durch einen eisenschüssigen Mergel verbunden werden und zwar mit einer Festigkeit, dass nach Verlauf von drei Dezennien dieser Sandstein zu Mühlsteinen verarbeitet werden kann. Auch das kalkige Gestein, welches an der Küste von Guadeloupe

menschliche Gebeine, zugleich mit allerlei Kunstprodukten und mit dort noch jetzt lebenden Land- und Meereskonchylien einschliesst, ist eine solche Bildung, die noch immer ihren Fortgang nimmt.

Auch um München herum kann recht deutlich gezeigt werden, wie Konglomeratbildung aus späterer Zusammenfügung von Geschieben hervorgegangen ist. Die ganze Hochebene, auf der die Hauptstadt liegt, besteht aus aufgeschwemmtem Lande, das mit zahllosen Kalkgeschieben aus den benachbarten Kalkalpen erfüllt ist. Auf grosse Erstreckungen hin, wie z. B. an den Isarufern, sind aber diese Geschiebe durch ein kalkiges Cement dermassen fest miteinander verbunden, dass sie eher in Stücke springen als vom Bindemittel sich ablösen, weshalb dieses Konglomerat unter dem Namen Nagelfluh [nicht zu verwechseln mit der eigentlichen Nagelfluh des Tertiärgebirges] häufig zu Bausteinen verwendet wird. Selbst schichtenartige Absonderungen sind an demselben mitunter wahrzunehmen.

Auf Beispiele, wie die hier angeführten, wird sich nun gewöhnlich von den Geologen berufen, um die Entstehung der Sandstein- und Kalkstein-Formationen, nebst sämmtlicher Konglomerate, als mechanischer sekundärer Gebilde nachzuweisen. Und noch mehr sollen uns diese Beispiele auch das Phänomen der Schichtenbildung und Schichtung überhaupt begreiflich machen, und überdies noch darthun, dass die Schichten jedesmal die horizontale Richtung angenommen haben mussten und dass also eine geneigte schiefe Stellung derselben in allen Fällen auf Rechnung einer später eingetretenen Aenderung zu bringen ist.

So wenig wir aber die Richtigkeit der Beobachtungen beanstanden können, so wenig können wir dagegen die allgemeine Gültigkeit der daraus gezogenen Schlussfolgerungen für zulässig erklären, und zwar weil sie zu viel beweisen.

Dies gilt gleich für den dichten und erdigen Kalkstein, wie er als Felsart in die Zusammensetzung der Gebirge eingeht, weil derselbe unter dem Mikroskope sich als ein Aggregat höchst kleiner krystallinischer Körner erweist, daher keine Schlammbildung, sondern ein chemisch-krystallinisches Sediment ist.

Aber auch für die Sandsteine und die Konglomerate, wie sie als integrirende Glieder des Felsgebäudes der Erde auftreten, lässt es sich erweisen, dass ihre Entstehung auf anderem Wege als dem der mechanischen Zusammenschwemmung erfolgt ist.

Die Sandsteine letzterer Kategorie verrathen ihren Ursprung gleich durch die Art ihrer Lagerung, die immer nur oberflächlich ist, durch die Identität ihres Materials mit den lose in der Nachbarschaft umher gestreuten Trümmern, durch die stetige Anwesenheit eines Bindemittels und durch die Uebereinstimmung ihrer thierischen Einschlüsse mit der noch in der Nähe lebenden Fauna.

Diese Merkmale gehen sämmtlich den ächten Sandsteinen aus der Uebergangs-, Flötz- und Tertiärzeit ab. Es lässt sich schon für sie kein Material nachweisen, aus dem sie sich zu Sandsteinen hätten ge-

stalten können. Freilich finden sich im Urgebirge bereits die Mineralarten vor, aus denen sich die Sandsteine ebenfalls aufgebaut haben könnten, und es wird auf jene hingewiesen, um die Bildung der letzteren begreiflich zu machen. Indess ist Folgendes hiegegen bemerklich zu machen.

Nach der vulkanistischen Ansicht hat nach Erkaltung der aus feurigem Flusse hervorgegangenen Erdrinde das in heftiger Bewegung befindliche und annoch siedend heisse Gewässer, das aus dem Dampfe sich niederschlug, zerstörend auf einen Theil der hauptsächlich aus Silikatgesteinen bestehenden Erdkruste eingewirkt und so das Material zum Aufbaue der Sandstein-Formationen geliefert. Hiemit stellt sich uns jedoch eine andere Schwierigkeit in den Weg, auf welche man ebenfalls stösst, wenn man mit der neptunistischen Schule die Urgebirge zwar für hydrogen erklärt, gleichwohl aber die Sandsteine ebenfalls erst aus deren Trümmern in mechanischer Weise hervorgehen lässt.

Offenbar waren es dann die granitischen Massen, welche den Stoff zur Sandsteinbildung geliefert hatten. Man könnte nun zwar eine solche Entstehungsweise sich noch einigermassen bei den grobkörnigen Sandsteinen gefallen lassen, aber bei den feinkörnigen will es nicht mehr gehen. Welche Zeit und welche Gewalt hätte nicht dazu gehört, um die aus den granitischen Gesteinen entnommenen Quarzkörner so zu verkleinern, wie sie in den feinkörnigen Sandsteinen gefunden werden.

Aber noch mehr: die nothwendige Folge dieser gewaltigen Friktionen wäre die vollständige Abrundung aller dieser Körner gewesen. Ist dem aber so, wenn man die Sandsteine in dieser Beziehung untersucht? Wird man in der Regel in ihnen nicht vielmehr die eckigen Körner vorwiegend über die rundlichen oder sogar ausschliesslich finden?

Sollen lose Sandkörner zu einem Sandsteine sich zusammenfügen, so muss ein Cement hinzutreten, das sie zu einer kompakten Masse verkittet, wie dies bei allen neueren derartigen Bildungen der Fall ist. Ein solches Bindemittel kommt allerdings bei vielen Flötzsandsteinen vor, aber es fehlt auch eben so oft, und die Quarzkörner, oder bei Einmengung von Feldspath auch die Feldspathkörner, halten unmittelbar aneinander, ganz so wie beim Granite, dem Niemand noch eine mechanische Entstehungsweise zuerkannt hat. Wie lässt sich bei den Sandsteinen dieser feste Zusammenhang starrer Körner ohne Kitt anders erklären, als dass sie noch im erweichten gelatinösen Zustande sich aneinander geklebt haben?*

Die Hypothese von der mechanischen Bildung dieser Gesteine wird noch unbegreiflicher, wenn man auf Sandsteine verweisen kann,

---

* Vgl. hierüber die schönen Untersuchungen, welche SCHAFHÄUTL [geognost. Untersuch. des südbayer. Alpengebirges S. 12] mit den Molasse-Sandsteinen vorgenommen hat.

deren ganze Masse ein Aggregat kleiner Krystalle oder doch kleiner Krystallrudimente von Quarz ist. Man nimmt diese Erscheinung besonders häufig beim bunten Sandsteine und Quadersandsteine wahr und zwar in sehr verschiednen Stufen der äussern krystallinischen Gestaltung: von Körnern an, welche nur einzelne Krystallflächen ausgebildet haben, bis zu vollkommenen Quarzkrystallen, welche die Grundpyramide mit abgestumpften Mittelkanten darstellen. Solchen augenscheinlichen Beweisen gegenüber schwindet jeder Gedanke an eine mechanische Bildungsweise; in diesen Fällen wenigstens ist der krystallinische Ursprung der genannten Sandsteine auf chemischem Wege eine vollkommen klare Thatsache. An diese können wir weitere Konsequenzen anknüpfen. In solchen deutlich krystallinisch ausgeprägten Sandsteinen haben nicht alle Quarzkörner die gleiche Vollendung zu vollkommenen Krystallgestalten erlangt; sehr viele wurden daran gehindert und von der Verfestigung ergriffen, nachdem sie es erst zur Ausbildung einzelner Krystallflächen gebracht hatten. Bei andern Sandsteinen, wo der Bildungsprozess rascher vor sich ging, konnten die Quarzkörner nicht einmal, oder nur selten, zur Entwicklung einzelner Krystallflächen gelangen; die eckige Form ist blos ein Versuch hiezu, oder sie blieben sogar auf die einfache rundliche Form beschränkt.

In der stufenweisen Ausbildung ihrer Körner verhalten sich demnach die Sandsteine in ähnlicher Weise wie die granitischen Gesteine, mit denen sie eigentlich in eine grosse Gruppe von Gebirgsarten zu vereinigen sind, in welcher sie die unterste Stufe krystallinischer Entwicklung darstellen. Sie kommen mit den granitischen Gesteinen um so mehr überein, als nicht selten den Quarzkörnern auch noch Feldspath oder Glimmer beigemengt ist. Die vulkanistische Schule würde deshalb die Sandsteine, gleich den letzteren, schon längst in ihren Bereich gezogen haben, wenn nicht die Masse von Versteinerungen, darunter insbesondere die Pflanzen mit den wohlerhaltenen zartesten Theilen, jeden Versuch, ihnen einen plutonischen oder gar vulkanischen Ursprung zuzuschreiben, zur Unmöglichkeit machte.

Es ist aber noch ein anderer Gesichtspunkt wohl zu beachten, von dem aus die Vorstellung der Sandsteinbildung als eines durchgängig mechanischen Vorganges sogar etwas Widerwärtiges hat. Die Sandsteine machen ihrer Masse nach einen sehr erheblichen Bestandtheil der Erdoberfläche aus. Wären sie blos zufällige Zusammenschwemmungen, so könnte ihnen als solchen kein geregelter Bildungstypus zuerkannt werden; es wäre hiemit ein ansehnlicher integrirender Theil des Felsgebäudes der Erde das Ergebniss unwesentlicher äusserer Umstände, ein Werk des Zufalls, nicht Resultat eines nach höherer [die äussern Verhältnisse bestimmender] Gesetzmässigkeit fortschreitenden, im mannigfachen Wechsel sich kundgebenden Bildungsprozesses. Mit der Annahme einer mechanischen Entstehungsweise versperrt man sich also zugleich die Aussicht auf Ermittelung einer solchen Gesetzmässigkeit, in deren Darlegung doch der Naturforscher

seine grösste Befriedigung und den erfreulichsten Lohn seiner Bestrebungen finden sollte.

Es lässt sich aber leicht darthun, dass die Sandsteinformationen nicht aus einem Spiele des Zufalls wie die modernen Bildungen ähnlicher Art, sondern aus einer höheren, nach geregeltem Plane wirkenden schöpferischen Thätigkeit hervorgegangen sind. Betrachten wir uns z. B. nur die verschiedenen Sandsteinbildungen, welche an der Zusammensetzung des fränkisch-pfälzischen Juragebirges Antheil nehmen; dies eine Beispiel wird genügen, um das eben Gesagte zur klaren Anschauung zu bringen.

Das in Südfrankreich von den Alpen sich abzweigende Juragebirge läuft bekanntlich im ununterbrochenen Zusammenhang durch die Schweiz, Würtemberg und das nördliche Bayern, wo es an der koburger Grenze endet. Sein Fundament macht der Keupersandstein aus, der das wie ein gewaltiger Wall auf ihm ruhende Juragebirge trägt und zu dessen beiden Seiten in Franken und der Oberpfalz mehr oder minder weit frei sichtlich hinausgreift. Der Fuss des Gebirges wird von den rauchgrauen Liaskalken und Liasschiefern gebildet, die es in diesem Theil des Gebirges meist zu keiner erheblichen Mächtigkeit bringen. Auf ihnen ruht der sogenannte Liassandstein, der hier zu einer beträchtlicheren Entwicklung als in Schwaben gelangt und meist von bräunlichgelber oder gelblichbrauner Farbe ist. Ueber ihm thürmt sich die weisse Jurakalk-Formation auf, die zwischen Kelheim und Donaustauf wieder von dem Grünsandsteine, durch Beimengung grüner Körner ausgezeichnet, überlagert wird.

Der Keupersandstein ist meist grobkörnig und von graulichweisser Farbe, häufig mit Feldspathkörnern gemengt, zuweilen fast granitartig; seine Körner sind entweder durch Cement gebunden oder haften unmittelbar aneinander. Mit diesem Sandsteine wechseln mächtige Lager bunter Thone und Mergel, und zwar häufig in der Weise, dass eine braunrothe Schicht von zwei grünen eingeschlossen wird. Wenn nun diese in Franken weit verbreitete Formation nichts anders als das Resultat von Zusammenschwemmungen wäre, wie kommt es denn, dass Sandsteine, Thone und Mergel nicht im bunten Gewirre durcheinander liegen, sondern, trotz mannigfaltiger Vermengungen, im Ganzen und Grossen scharf voneinander gesondert sind? Ist es glaublich, dass hier der Zufall gleiche Erfolge wie eine gesetzmässig wirkende Thätigkeit erringen konnte?

Höchst verchieden von dem Keuper ist der von ihm durch eine, öfters nicht einmal bedeutende, Zwischenlagerung von Liaskalk getrennte Liassandstein. Er ist in der Regel von der schon angegebenen Färbung, sehr feinkörnig und häufig mit kleinen Glimmerschüppchen gemengt; die mächtigen Lager bunter Thone fehlen ihm. Woher ist nun diesem, von der Keuperformation so sehr abweichenden Sandsteine sein ganz verschiedenartiges Material zugekommen? Man sieht sich in ganz Franken vergeblich nach einem näheren oder entfernteren Gebirge um, das ihm solches abgelassen haben könnte.

Es ist aber bei diesem Liassandsteine noch ein anderes Verhältniss in Erwägung zu ziehen, das zu einer mechanischen Bildungsweise desselben nicht stimmen will. Man betrachte sich nämlich einmal die isolirten Vorberge des Juragebirges, deren Zusammensetzung von allen Seiten übersehen werden kann, so z. B. die Wülzburg bei Weissenburg, den Bopfinger Ipf, den Hetzles bei Erlangen, und man wird sich leicht überzeugen, dass der Liassandstein über dem Liaskalk aufgebaut ist wie ein oberes Stockwerk über dem untern. Beide sind durch eine markirte Grenzfläche voneinander geschieden, ohne dass der Liassandstein an den seitlichen Gehängen der unterliegenden Liaskalke sich herab zieht, wie es doch zu erwarten wäre, wenn seine Gemengtheile von der Ferne her zusammengeschwemmt worden wären. Die kunstreiche Aufsetzung des obern Stockwerkes über sein unteres, wie es durch das ganze Gebirge stattfindet, kann kein Werk zufälliger, mechanisch wirkender Aktionen sein.

Wieder von anderer Beschaffenheit ist der Grünsandstein, wie er in grosser Auszeichnung besonders bei Kelheim auftritt. Es fehlen ihm wie dem Liassandsteine die mächtigen bunten Thon- und Mergellager des Keupersandsteins, und die reichliche Beimengung grüner Körner unterscheidet ihn auffallend von den beiden andern Sandsteinen. Woher sind ihm diese grünen Körner gekommen, wenn sie nicht ihm gleichzeitige chemische Bildungen sind? Man kennt sie aus keiner andern benachbarten älteren Gebirgsart.

Die voranstehenden Erläuterungen werden ausreichend sein, um mit Gumprecht in dem regelmässigen Wechsel der Sandstein-, Kalk- und Thonbildungen, wie er vom Uebergangsgebirge an durch das ganze Flötzgebirge bis in die Tertiärablagerungen hinein durchgeht, statt eines die chaotischen Massen entwirrenden Zufalls, vielmehr ein den Wechsel hervorrufendes Gesetz anzuerkennen.

Von den Sandsteinen gehen wir zu den Konglomeraten über, die sich von jenen theils durch die erheblichere Grösse der Gemengtheile, theils dadurch unterscheiden, dass sie aus den verschiedenartigsten Gebirgsarten zusammengesetzt sein können, weshalb es Sandstein-, Kalkstein-, Granit-, Porphyr-, Basalt- und andere Konglomerate giebt. Die Gemengtheile sind entweder eckig und scharfkantig, oder abgerundet: sogenannte Geschiebe und Gerölle, wornach man Breccien und eigentliche Konglomerate unterscheidet, doch sind dies keine wesentlichen Differenzen. Ueber ihre Entstehungsweise herrschen dieselben Meinungsverschiedenheiten wie über die der Sandsteine. Die meisten Geognosten sehen sie für sekundäre, mechanische, aus der Zerstörung von Gebirgsmassen hervorgegangene Bildungen an, andere wie Dietrich, Jameson, K. v. Raumer*, Mohs** betrachten sie als primitive Erzeugnisse eines chemisch-krystallinischen Prozesses: eine

---

* Das Gebirge Nieder-Schlesiens S. 88.

** Geognos. S. 250, 391.

Meinung, für die ich mich gleichfalls schon früher erklärt habe.* Unter Hinweisung auf meine eben angeführte Erklärung kann ich mich hier kurz fassen, und werde dafür einiges von Mons in diesem Betreffe Gesagte beifügen.

Um nicht missverstanden zu werden, so soll gleich von vorn herein erklärt werden, dass es allerdings Konglomerate von sekundärer Entstehung giebt; man wird diese aber, wie die ihnen in dieser Beziehung ähnlichen Sandsteine, unter solchen Verhältnissen finden, aus denen sich ihr späterer Ursprung erkennen lässt, wie umgekehrt die ursprünglichen Konglomerate ebenfalls unter Umständen auftreten, die zu einem Schlusse auf ihre primitive Bildung berechtigen.

Sekundäre Konglomerate, d. h. wirkliche Trümmergebilde können entstehen, wenn bedeutende Felsenmassen aus grossen Höhen herabstürzen und am Fusse der Gebirge in Trümmer zerschellen, oder wenn auch in geringeren Höhen Gebirgsmassen, die aus unbestimmt eckigen Stücken zusammengesetzt sind, in Folge atmosphärischer Einflüsse ihren Zusammenhalt verlieren und dann mit ihrem Schutte die Gehänge bedecken. Bleiben diese Trümmerhaufen an ihrem ersten Ablagerungsorte liegen oder werden sie von Gewässern nicht sonderlich weit weggeführt, so behalten die Trümmer ihre eckige Form, und werden sie späterhin durch irgend ein Bindemittel verkittet, so entstehen daraus Breccien. Haben sich solchen Schutthaufen in Folge früherer Ueberschwemmungen Bruchstücke fremdartiger Gebirgsarten beigemengt, so werden dann diese mit ihnen zugleich verkittet. Geschieht es, dass die Gewässer die Trümmer weiter mit sich fortführen, so werden sie allmählig abgerundet, was in kürzerer Frist durch gewaltsamere Abreibung ebenfalls bewerkstelligt werden kann. Fügen sie sich späterhin durch ein Bindemittel zusammen, so entstehen Konglomerate, die von wirklichen Geschieben oder Geröllen zusammengesetzt sind.

Solche sekundär gebildete Konglomerate findet man besonders häufig am Fusse und an den Gehängen der Kalksteingebirge und man hat in den bayerischen Kalkalpen häufig Gelegenheit solche Trümmergebilde zu sehen, die nach allen ihren Verhältnissen als spätere Erzeugnisse gedeutet werden müssen. Die meisten sind aus den dortigen Gebirgsmassen entstanden; es giebt aber auch einige, die ausser diesen noch Bruchstücke von fremdartigen Gebirgsarten, z. B. Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Hornblende, Quarz enthalten, also Gesteine, die man nur aus der weiter südlich liegenden Centralkette der Alpen ableiten kann. Ein ausgezeichnetes Beispiel letzterer Art liefern die Breccien in der Ramsau bei Berchtesgaden, aus denen die in dortiger Gegend gebräuchlichen Mühlsteine gefertigt werden. Als ein anderes Beispiel sind die schon vorhin angeführten Konglomerate mit Kalkgeschieben bei München zu erwähnen.

Von diesen sekundären Konglomeraten sind nach ihrem Bildungs-

* Bayer. Annal. 1833 S 137; Gesch. d. Urwelt I. Aufl. S. 80.

modus die primären zu unterscheiden, die als solche theils durch ihre Theilnahme an der Zusammensetzung der Gebirgsmassen, theils durch ihre allmähligen Uebergänge in die kompakten Gesteine derselben, theils durch eigenthümliche Verhältnisse ihrer Gemengtheile sich kundgeben.

Die primitiven Konglomerate, von denen im Folgenden ausschliesslich gesprochen wird, können zwar auch im Ausgehenden der Gebirgsschichten vorkommen, aber eben sowohl im Innern derselben und als integrirende Theile eines ganzen Felsgebäudes. Eine sehr häufige Erscheinung ist es, den Konglomeraten auf der Grenze zweier Gebirgsarten zu begegnen und zwar in der Art, dass entweder das Grundgebirge Versuche macht, sich in der aufliegenden Felsart nochmals zu konstituiren, was ihm jedoch bei dem überwiegenden Einflusse der letzteren nicht mehr möglich wird und daher auf Trümmerbildung sich beschränken muss; oder dass die jüngere Gebirgsart in ihren ersten Anstrebungen noch von dem Grundgebirge überwältigt und in Stücken von diesem umhüllt wird, bis es ihr gelingt, als die alleinige Gebirgsmasse ausschliesslich aufzutreten. In letzterer Weise geschieht es sehr häufig, dass die fremdartigen Trümmer in einer Gebirgsmasse zu erkennen geben, dass der chemische Bildungsprozess im Begriffe steht zu wechseln, und eine andere Felsart zu konstituiren, von der die Trümmer einstweilen die Vorläufer sind.

Sehr belehrend für die Entstehungsweise der Konglomerate sind die ganz gewöhnlichen Fälle, wo kompakte Gebirgsarten allmählig in die Trümmerbildung oder umgekehrt aus letzterer in erstere übergehen. Solche Uebergänge kommen bei all den vielen Gebirgsarten vor, die zu derartigen Bildungen geneigt sind, und wir werden später bei der Schilderung der einzelnen Felsarten oft genug Gelegenheit haben, von ihnen zu sprechen. Um dieses Verhalten hier nur in der Kürze zu erwähnen, so sondern sich aus der kompakten Gebirgsmasse allmählig eckige oder rundliche Stücke ab, anfänglich mit kaum merklicher, weiterhin mit ganz deutlicher Ablosung, theils mit, theils ohne Bindemittel, bis zuletzt ein förmliches Konglomerat daraus entsteht. Aber nicht blos an den Grenzen der Gebirgsmassen gehen solche Umänderungen in der Aggregationsweise vor sich; sie kommen mitunter selbst in deren Mitte vor, wie uns hierüber die Kalkgebirge belehren, in denen es sich öfters ereignet, dass das kompakte Gestein allmählig in Trümmerbildung übergeht, die sich aber auf dieselbe Weise weiterhin wieder in die feste Masse verliert. In solchem Falle ist die ursprüngliche Bildung der Konglomerate mit aller Evidenz dargethan.

Auf eine solche lässt sich aber auch mit Sicherheit aus gewissen eigenthümlichen Verhältnissen der Gemengtheile mancher Konglomerate schliessen. Es sind nämlich diese öfters von einer Beschaffenheit, dass sich in ihrer Nähe keine Gebirgsart ermitteln lässt, von der ihr Ursprung abgeleitet werden könnte. Ein bekanntes Beispiel dieser Art ist das H o r n q u a r z - K o n g l o m e r a t am Harze, das aus faust- bis fussgrossen, runden „Geschieben" besteht, die im Innern Glimmer-

schuppen und Quarzkörner enthalten, wobei man vergeblich am Harze wie in allen entfernteren Gebirgen sich nach einer Felsart umsieht, welche sich mit dem Hornquarze vergleichen liesse. Für diesen Fall haben sich daher auch solche Geologen, die sonst unbedingt der mechanischen Bildung der Konglomerate das Wort reden, zur Annahme genöthigt gesehen, dass diese Hornquarzkugeln nicht als Geschiebe, sondern als chemische Ausscheidungen, als Konkretionen eigenthümlicher Art anzusehen wären.*

Nicht weniger instruktiv sind die sogenannten Gerölle mit Eindrücken von andern Geschieben. Es zeigen nämlich sehr häufig die Kalksteingerölle der Nagelfluh rundliche Eindrücke, die durch andere Gerölle in ihnen hervorgebracht wurden, ja nicht selten hat ein solches Geschiebe Eindrücke in andern veranlasst und zugleich von ihnen erlitten. Man sollte meinen, dass diese Beobachtungen nothwendig zur richtigen Ansicht von der Bildung der sogenannten Gerölle führen müssten; dies ist jedoch der Fall nicht gewesen, man beharrt bei der Vorstellung von Geröllen oder Geschieben und es ist dann nicht zu verwundern, dass eine genügende Erklärung dieser „räthselhaften Erscheinung" nicht geliefert werden konnte. Und doch liegt diese ganz nahe, wenn man nicht an falschen Hypothesen festhalten will. Allerdings ist und bleibt es völlig unerklärlich, wie ein fester runder Körper in einem andern gleichartigen Eindrücke veranlassen könnte; daraus folgt aber unabweislich die Annahme, dass zur Zeit, wo er solche Eindrücke zu erleiden hatte, er nicht im festen, sondern im weichen Zustande sich befand. Diese sogenannten Kalkgerölle der Nagelfluh sind gleich den vorhin erwähnten Hornquarzkugeln als chemische Ausscheidungen zu betrachten, welche im Momente des Bildungsaktes eine zähweiche plastische Masse darstellten, die beim Andrange anderer, im gleichen Zustande befindlicher Massen, Eindrücke erlitten und veranlassten und solche bei der schnellen Verfestigung behielten. Die Nagelfluh ist eben deshalb kein Schwemmgebilde, als welches es nach der gewöhnlichen Ansicht betrachtet wird, sondern das Produkt eines chemischen Prozesses, ganz in derselben Weise wie es der mit ihr zusammengehörige Molassen-Sandstein ebenfalls ist.

Eben so muss die Erscheinung, dass man bei Flöha in Sachsen in einem Gneisskonglomerate Einschlüsse antrifft, welche mit schönen Quarzkrystallen überdrust sind**, ganz unverständlich bleiben, so lange man diese Einschlüsse für „Geschiebe" ansieht. Gerölle, die erst aus der eckigen Form durch gewaltsames Abreiben in die rundliche übergehen, konnten eine drusige Oberfläche nicht konserviren, und im Momente, wo sie zusammengekittet wurden, konnte sich eine solche ebenfalls nicht mehr ausbilden. Diese Erscheinung wird aber vollkommen klar, wenn man die angeblichen Geschiebe für das nimmt,

* Vgl. Hoffmann's Uebers. d. orograph. u. geognost. Verh. d. nordwestl. Deutschlands S. 592.

** Naumann's Geognos. II. S. 455.

was sie wirklich sind, nämlich auf chemischem Wege gebildete Konkretionen, deren Oberfläche zu der Zeit, wo noch die ganze Masse, aus der das Gneisskonglomerat hervorging, im plastischen Zustande sich befand, mit Quarzkrystallen sich überziehen konnte.

Noch ist einer besondern Art von Konglomeraten zu gedenken, die erst in neuerer Zeit von der vulkanistischen Schule ausfindig gemacht und von ihr als Reibungs-Konglomerate bezeichnet wurden. Diese eruptiven Friktionsgesteine, wie sie Naumann* benennt, sollen dadurch entstanden sein, „dass sich, während zähflüssiges Gesteinsmaterial nach Art der Laven aus Spalten der Erdkruste zur Eruption gelangte, eine Menge von Bruchstücken anhäufte, welche theils von den Spaltenwänden losgesprengt, theils durch die wiederholte Zertrümmerung und Zerwürgung der oberen, bereits erstarrten Massen des hervorbrechenden Gesteins selbst geliefert wurden, daher denn dieses letztere Massen von breccienartiger Natur vor sich herausschob; Breccien und Konglomerate, deren Fragmente und Geschiebe bald dicht aufeinander gehäuft, bald in der eruptiven Gesteinsmasse eingeschlossen, und theils von derselben, theils von anderer Natur sind als dasjenige Gestein, durch dessen Wirkung sie gebildet wurden [manche Porphyr-, Trachyt- und Grünsteinbreccien].“ Der Natur der Sache nach können solche Reibungskonglomerate weder geschichtet noch petrefaktenführend sein; da sie aber häufig im allmähligen Uebergange in Gesteine sich umwandeln, die Beides sind, so musste auch noch, nachdem die Feueraktion beendigt war, das Wasser in Anspruch genommen werden, um Schichtung und Versteinerungen herbei zu führen.

Ich gestehe unumwunden, dass ich mir nie irgend eine Vorstellung machen konnte, wie in der hier angegebenen Weise eine Konglomeratbildung möglich sei; ich konnte diese Erscheinung oder vielmehr ihre Erklärung nur anstaunen, aber nicht begreifen. Zu meiner Beruhigung ersehe ich indess, dass es auch Andern so ergangen ist, und ich will mich deshalb auf einen entschiedenen Plutonisten wie Wilh. Fuchs und auf einen Neptunisten wie Mohs berufen. Beide mögen hier, statt meiner, das Wort nehmen.

Wilh. Fuchs** kommt auf diese Erscheinung zu reden, indem er von gewissen Konglomeraten handelt, die aus Porphyrstücken bestehen, welche letztere durch Porphyr-, Basalt-, Aphanit- oder überhaupt Trappmasse zusammengekittet sind. Gewöhnlich unterscheiden sich die umhüllenden und umhüllten Massen durch Verschiedenheit der Struktur, der Kohäsion oder der Farbe, und während an manchen Orten diese Breccien, von Porphyrmassen rings umhüllt, als wahre Einlagerungen erscheinen, entwickeln sich an andern Punkten aus diesen Konglomeraten geschichtete Bildungen.

Hier hätten wir also Reibungskonglomerate vor uns; allein

* Geognos. I S. 690.
** Die Venetianer Alpen. S. 48.

W. Fuchs verwahrt sich gegen eine solche Bezeichnung, erklärt vielmehr, dass es ihm überhaupt schwer falle mit diesem Ausdruck einen bestimmten Begriff zu verbinden. „Fasst man nämlich," sagt er, „die Sache schärfer ins Auge und sucht man sich die Erscheinungen zu vergegenwärtigen, welche ein Emporsteigen irgend einer Masse durch gesprengte andere Massen begleiten können, selbe möge sich nun schon im flüssigen, festen, oder in einem und dem anderen Zustande zugleich [d. h. im letzteren Falle ein Gemenge fester Theile mit flüssiger Masse bildend] befinden, so stösst man auf Schwierigkeiten, welche jener Annahme keineswegs günstig sind. Der starre Zustand der aufsteigenden Masse schliesst die Möglichkeit der Bildung von Konglomeraten, wie solche hier [von Porphyrmasse ganz umhüllt] erscheinen, aus, der flüssige macht die Bildung von, durch Reibung entstandenen, Porphyrfragmenten unmöglich, und der dritte endlich macht die ganze Hypothese überflüssig, da in dem Gemenge schon alle Bedingungen zum Entstehen der fraglichen Konglomerate vorhanden sind."

Zum Ueberflusse fügt W. Fuchs noch zwei thatsächliche Beweise an, dass aus flüssiger Masse durch theilweises Erstarren derselben sich keine Konglomerate bilden können. Der eine besteht darin, dass die Ausfüllungsmasse der schmalen, mächtige Kalk- und Dolomitlager durchbrechenden Trappgänge niemals auch nur eine Spur von Konglomeratbildung zeigt, während gerade die Mächtigkeit der durchbrochenen starren Schichten und die Schwäche der durchsetzenden Gänge wohl eher Veranlassung zur Bildung von Reibungskonglomeraten gegeben hätte, wenn solche überhaupt stattfinden könnte. Der andere Beweis ist davon hergenommen, dass gerade die umhüllten Massen die grössten und am reinsten ausgebildeten Krystalle enthalten und frei von fremdartigen Beimengungen sind, was mit der Annahme schneller Erstarrung an den Berührungspunkten mit dem durchbrochenen Gebirge durchaus nicht verträglich ist.

Mohs* erklärt sich über die Reibungskonglomerate folgendermassen. „Wenn es auch möglich wäre, das Hervordringen fester Massen [denn fest müssen sie sein, wenn sie entweder selbst zerrieben werden oder andere zerreiben sollen] aus dem Inneren der Erde bis in die Schiefergebirge, ohne diese im mindesten in Unordnung zu bringen, nur einigermassen wahrscheinlich zu machen, so würde man sich doch noch immer in grosser Verlegenheit befinden, wenn man sich vorstellen wollte, wie dadurch Konglomerate dieser Art entstehen könnten. Und wenn man überdies die Konglomerate genau betrachtet, was nicht allein auf die Beschaffenheit des Gesteins sich bezieht, sondern auch einerseits auf das genaue Zusammenpassen der sein sollenden Fragmente, andererseits auf die Abrundung der sein sollenden Geschiebe achtet; wenn man die Mächtigkeit dieser Konglomerate, ihre Lage, überhaupt alle Umstände, welche ihr Vorhanden-

* Geognos. S. 156.

sein begleiten, erwägt, so sieht man sich genöthigt, diese Vorstellung, die mit keiner richtigen Erfahrung, sondern nur mit hypothetischen Annahmen zusammenhängt, als gänzlich unhaltbar aufzugeben.“ — Die Belege zu der von Mohs hier im Allgemeinen ausgesprochenen Abweisung der Reibungskonglomerate werde ich beibringen, wenn ich auf die, von den Vulkanisten dieser Kategorie zugezählten Konglomerate der Porphyre, Grünsteine und Basalte bei der Charakteristik dieser Felsarten zu sprechen kommen werde.

An die Betrachtung der Reibungskonglomerate kann endlich noch die der Reibungsflächen, Rutschflächen, Spiegel, Harnische angeschlossen werden. Darunter versteht man solche, mitten in einem Gesteine oder an den Ablosungen der Gänge auftretende Kluftflächen, deren einander zugewendete und fest zusammenschliessende Oberflächen glatt, polirt und glänzend, dabei jedoch von parallelen Riefen und Furchen durchzogen sind, die sich in der Art entsprechen, dass jede Riefe der einen Fläche in eine Furche der gegenüberstehenden und umgekehrt passt. Diese Spiegel können mehrere Quadratklaftern einnehmen, werden aber auch so klein, dass sie nur einige Quadratzoll betragen und dann sich spurlos im dichten Gesteine verlieren; sie erscheinen oft so rein, dass sie das Bild des Beschauers vollkommen deutlich wie in einem Spiegel wiedergeben. Diese Erscheinungen sind den Bergleuten schon aus alter Zeit bekannt; sie sind jedoch erst in neuerer zu einer besonderen Bedeutung gelangt, weil sie von der vulkanistischen Schule als Beweise der durch vulkanische Gewalten bewirkten Verrückung der Gebirgsmassen ausgegeben wurden.

Man hätte keinen unhaltbareren Beweis sich ausdenken können als gerade diesen, und Wilh. Fuchs* hat hier abermals das Verdienst, denselben nach seiner ganzen Haltlosigkeit an bestimmten Fällen dargelegt zu haben. Man findet nämlich diese sogenannten Rutschflächen nicht blos geradflächig, sondern auch in gebrochenen oder in bestimmten Kurven sich windenden Flächen, die an andern Spiegeln sich abschneiden oder mit ihnen sich kreuzen, also in so verschiedenen Lagen und Richtungen vorkommen, dass ihnen unmöglich ein gleicher, durch Reibung und Rutschung herbeigeführter Ursprung beigemessen werden kann. Zur vollen Unmöglichkeit wird aber eine solche Annahme, wenn man manchmal kleine Zweischaler mitten in diesen Spiegeln auf solche Weise festgewachsen sieht, dass sie durch die beiden aufeinander liegenden Flächen tief in die Masse reichen, deren kleinste Bewegung die Muscheln in der Ebene der Spiegel hätte brechen und zugleich die Bruchflächen schleifen müssen, was niemals stattfindet.

Gleich Fuchs hat sich Mohs** gegen die Ansicht erklärt, dass die Spiegel durch eine Verschiebung der Gebirgsmassen entstanden

* Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten S. 15, 72.

** A. a. O. S. 323.

seien. Auch Hailer* ist durch seine Untersuchungen der in den Kalkalpen von Berchtesgaden vorkommenden Rutschflächen zu dem Resultate gelangt, dass an ihnen nichts gerutscht ist. Ich habe bei einem längeren Aufenthalte, den ich in jüngster Zeit in Reichenhall nahm, die in den dortigen Kalksteingebirgen in grosser Häufigkeit sich einstellenden Spiegel einer besondern Beachtung gewürdigt und für alle Fälle die gleiche Ueberzeugung gefasst. Es entstehen diese sogenannten Rutschflächen mitten in dem kompakten Gesteine und verschwinden eben so wieder in ihm, so dass über und unter denselben die Kalkmasse als ganz erscheint und die Spiegel erst beim Zerschlagen der Massen sichtlich werden. Ich kann daher diese Rutschflächen mit Hailer für nichts anders als Zusammensetzungsflächen des Gebirgsgesteines ansehen, mit ihm gleichzeitig und nicht später entstanden, weil eine Bewegung ohne den dazu erforderlichen Raum undenkbar ist.

Auf welche Weise die Spiegelbildung erfolgt sein mag, ist mir räthselhaft geblieben; nur darüber bin ich ganz sicher, dass sie keiner Rutschung oder Reibung ihren Ursprung zu verdanken und insbesondere gar keinen Zusammenhang mit vulkanischen Aktionen hat.

IV. KAPITEL.

Die Quarzbildung und die Surfusionstheorie.

Die Frage, ob die reine krystallinische Kieselerde, der Quarz, wie er theils als eigenthümliche Felsart, als Quarzfels, theils in krystallinischen Körnern als Gemengtheil in andern Gebirgsarten, namentlich in granitischen und den Sandsteinen, theils in wirklichen Krystallgestalten, insbesondere in den Krystallkellern und in den Drusenräumen der Gänge, auftritt, auf nassem oder feurigem Wege sich gebildet habe, ist eine der allerwichtigsten, welche die Geologie aufwerfen kann, weil aus der Art ihrer Beantwortung die folgereichsten Konsequenzen für die ganze Theorie der Erdbildung sich ergeben. Diese Frage und ihre Beantwortung erheischt daher eine besondere und gründliche Erörterung.

Die am nächsten liegende Frage ist wohl die, auf welchem Wege bildet sich noch jetzt der Quarz; und wenn die Antwort darauf nicht ganz befriedigen sollte, so wäre zu deren Unterstützung die zweite Frage anzureihen, giebt es quarzige Felsarten, über deren Bildungsweise die Geologen der verschiedensten Parteien vollkommen mit-

* Schafhäutl, geognost. Untersuch. d. südbayer. Alpen S. 164.

einander einverstanden sind, und welcher Art ist diese? Ist die Quarzbildung überhaupt ausschliesslich auf nassem oder ausschliesslich auf trocknem Wege, oder bald auf dem einen, bald auf dem andern vor sich gegangen?

Dass auf nassem Wege noch jetzt Quarzkrystalle sich bilden, ist erwiesen, und hat Schafhäutl* mehrere solcher Fälle aufgezählt, darunter einen, den er selbst beobachtete. Sehen wir uns nach Quarzbildungen vergangener Zeiten um, so sind es zunächst die Süsswasser-Quarze, die durch ihre zahlreichen Einschlüsse von Süsswassergeschöpfen als unbestrittene Wasserbildungen sich ausweisen; von ihnen wissen wir überdies, dass sie häufig in ihren Höhlungen deutliche Quarzkrystalle enthalten, die demnach, wie alle Drusenbildungen, nur auf nassem Wege sich bilden konnten. Die neptunische Entstehung der letzteren ist demnach eben so evident als die derjenigen Krystalle, die noch immer vor unsern Augen sich auf diesem Wege erzeugen. Man wird nicht umhin können auch diejenigen Sandsteine, welche, wie es Fälle bei dem bunten und Quadersandstein giebt, ganz aus Quarzkrystallen zusammengesetzt sind, als primitive Bildungen anzusehen, da die vollkommen scharf ausgeprägten Krystalle die Annahme einer Zusammenschwemmung von Geschieben unmöglich machen. Die Sandsteine sind jedoch, wie dies ihre wohlerhaltenen organischen Ueberreste erweisen, neptunische Gebilde, ihre Quarzkrystalle daher auch. Endlich muss auch noch eine Varietät des dichten Quarzes, der Hornstein, angeführt werden, der als Holzstein die Versteinerungsmasse von Hölzern mit deutlicher Holztextur abgiebt, was nur bei wässeriger, keineswegs aber bei feuriger Lösung des Quarzes bewerkstelligt worden sein kann. Hiemit sind aber schon genug Belege beigebracht, um die Entstehung des Quarzes auf nassem Wege, sowohl in der jetzigen als in den frühern Erdperioden, darzuthun.

Wie verhält es sich nun aber bei ihm mit der Bildung auf feuerflüssigem Wege? Die Antwort hierauf ist durchaus nicht zweifelhaft. Obwohl nämlich die Laven und Schlacken sämmtlich kieselerdehaltig sind, so hat doch kein dermalen aktiver Vulkan, noch irgend ein Hohofen, auch nicht ein Glasofen, obschon derselbe mit den grössten Massen von Kieselerde zu operiren hat, und eben so wenig irgend ein chemisches Laboratorium auch nur einen einzigen Quarzkrystall oder selbst nur ein einziges krystallinisches Quarzkorn im Schmelzflusse zu Stande gebracht. Wir wissen uns diese Unmöglichkeit auch chemisch vollkommen zu deuten. Reine Kieselerde für sich ist in unsern gewöhnlichen Essenfeuern unschmelzbar; mit andern Körpern aber, die im feurigen Flusse befindlich sind, verbindet sie sich zu Silikaten und wird von den Basen dermassen festgehalten, dass sie sich nicht mehr von ihnen trennen kann. Selbst das Glas, wenn es in anhaltender Hitze krystallisirt, theilt sich immer in zwei Silikate von bestimmten Verbindungen, aber nie scheidet sich Kieselerde aus.

* Münchn. gel. Anzeig. XX. S. 577.

Alles, was auf feurigem Wege als Kieselerde-Bildung zu Stande kam, besteht darin, dass man beim Ausbrechen der Hohöfen öfters eine weisse, lockere, zartfaserige, seltner erdige, zerreibliche Masse fand, die VAUQUELIN als Kieselerde erkannte. Diese ist jedoch amorphe Kieselerde, welche in ihrem ganzen physikalischen und chemischen Verhalten wesentlich von der krystallinischen Kieselerde d. h. dem Quarze verschieden ist.

Die Erfahrung hat uns demnach mit untrüglicher Gewissheit belehrt, dass weder in den Werkstätten der aktiven Vulkane, noch in den mancherlei Laboratorien der Menschen irgend jemals krystallinische Kieselerde aus dem Schmelzflusse hervorgegangen ist; dass dagegen für ihre Bildung auf nassem Wege vollgültige Belege aus der Vor- wie aus der Jetztzeit vorliegen. Von der amorphen Kieselerde hat ohnedies Niemand ihren evidenten Ursprung auf letzterem Wege zu bezweifeln gewagt. Dieses Verhalten der Kieselerde hat aber etwas Auffallendes, da viele andere Mineralien, deren Darstellung auf nassem Wege der chemischen Kunst noch nicht gelungen ist, sich auf dem feurigen in Folge vulkanischer oder Hohofen- oder anderer chemischer Feuerprozesse als Krystalle erzeugen. Um so befremdlicher muss es daher erscheinen, dass die vulkanistische Theorie, obwohl sie auf keine Erfahrung sich berufen kann, vielmehr mit derselben im unlöslichen Widerspruche sich befindet, dennoch eine Menge Felsarten, wie sämmtliche granitische, die Porphyre, Grünsteine, Trachyte, bei denen der Quarz entweder einen wesentlichen oder doch häufig sich einstellenden Gemengtheil ausmacht, zu den pyrogenen Gesteinen zählt. Man muss sich wundern über die Zuversicht, mit welcher eine solche Behauptung ausgesprochen wurde und über die Zähigkeit, mit welcher sie bis auf den heutigen Tag verfochten wird.

Fragt man die Vulkanisten nach der Berechtigung, mit der sie trotzdem die genannten Felsarten als feuerflüssige Bildungen ausgeben, so erhält man zur Antwort, dass sie unter Verhältnissen erscheinen, aus welchen man auf eine solche Entstehungsweise einen Schluss zu ziehen berechtigt ist, und was vom Ganzen gelte, gelte dann auch für die einzelnen Theile desselben, wie z. B. für den Quarz. Dieses Argument ist nun aber von NEP. V. FUCHS in seiner berühmten Theorie der Erdbildung vollständig über den Haufen geworfen worden, indem er an dem Granite zeigte, dass dieser nie geschmolzen gewesen sein könne, erstlich weil gemäss der sehr verschiednen Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit der drei Gemengtheile desselben, des Quarzes, Glimmers und Feldspathes, der Quarz zuerst hätte krystallisiren müssen und lange nachher erst Feldspath und Glimmer hätte entstehen können, was zur weitern Folge würde gehabt haben, dass diese drei Mineralien nicht, wie es der Fall im Granite ist, körnig miteinander und durcheinander verwachsen wären, sondern lagenweise übereinander sich aufgeschichtet hätten. Zweitens wies FUCHS darauf hin, dass alsdann mit dem Quarze, wenn er aus dem feurigflüssigen Zustande hervorgegangen wäre, nicht, wie es so häufig vorkommt, Krystalle

von leichtflüssigen Mineralien hätte verwachsen oder gar von ihm vollständig umschlossen werden können, da er bereits lange zuvor erstarrt gewesen sein müsste, ehe an diese die Reihe zur Ausscheidung gekommen wäre.

Dieser Einwurf kam der vulkanistischen Schule höchst ungelegen, um so mehr, da Berzelius zwar an der Widerlegung anderer, von Fuchs gegen den Vulkanismus vorgebrachten Einwendungen sein Glück, wenn gleich in völlig verfehlter Weise, versucht hatte, aber gerade über dieses Hauptargument mit Stillschweigen hinweggegangen war, woraus mit Recht gefolgert werden konnte, dass er dessen Widerlegung für unmöglich hielt, die Sachlage also durch die Einmischung von Berzelius nur verschlimmert worden war.

Aus dieser peinlichen Verlegenheit half indess ein damals noch wenig gekannter Geognost und Chemiker, Fournet *, mit seiner Theorie von der Surfusion, Ueberschmelzung, wie dieses Wort im Deutschen übersetzt wurde. Durch diese Hypothese wurde er auf einmal einer der vorragendsten Koryphäen in der vulkanistischen Schule, und an ihn halten sich nun alle Vulkanisten fest, um sich den pyrogenen Ursprung des Quarzes und damit des Granites und weiterhin die Gültigkeit der ganzen Hebungstheorie zu sichern. Die Surfusion zählt zu den glänzendsten Entdeckungen des Jahrhunderts. Wir müssen sie daher näher kennen lernen.

Fournet stellte sich die Aufgabe, den Widerspruch zu lösen, dass der Quarz als ein so überaus strengflüssiger Körper, der bei Nachlass der Schmelzhitze deshalb alsobald erstarren muss, gleichwohl in der Verbindung mit andern und meist weit leichter flüssigen Mineralien sich als derjenige ausweist, der zuletzt sich verfestigt hat. Zunächst bezieht sich Fournet auf Analogien. Wasser lässt sich bekanntlich mitunter bis zu 12° unter Null erkälten, ohne zu gefrieren. Schwefel bleibt ganze Wochen lang flüssig bei einer Temperatur, die 94° C. unter seinem Schmelzpunkte liegt. In demselben Zustande beharrt der Phosphor bis zu 13° unter Null. Diese Beschaffenheit ist es, welche Fournet mit dem Namen der Ueberschmelzung [*surfusion*] bezeichnet, um alsdann in folgender Weise aus ihr Schlüsse zu ziehen. „Welchen Grund könnte man jetzt haben, um der Kieselerde die Eigenschaft, in einem ähnlichen Zustande der Ueberschmelzung zu verharren, abzusprechen, zumal wenn man sich an die interessanten Beobachtungen von Gaudin erinnert, denen gemäss diese Substanz mit einer Zähigkeit begabt ist, die nur die vorhin für den Schwefel und Phosphor erwähnten Eigenschaften erhöhen kann. Uebrigens ist bemerklich zu machen, dass diese Hypothese nicht von der Beschaffenheit ist, durch irgend einen Einwand entkräftet zu werden, während mit ihrer Annahme alle Thatsachen sich in der einfachsten Weise erklären.“ Dieses Prinzip der Ueberschmelzung „hat dem Quarz gestattet, in einem gewissen Zustand

* *Compt. rendus* XVIII. [1844] *p.* 1050.

der Weichheit zu verbleiben, während leichter flüssige Mineralien ihm in der Reihe der Erstarrung und Krystallisation voran gingen;“ auch lassen sich in der befriedigendsten Weise alle sonstigen Einwendungen beseitigen, wenn man die physikalisch-chemische Thatsache, dass der Erstarrungspunkt nicht derselbe als der Schmelzpunkt sein kann, zum „Range der geologischen Wahrheiten“ zulässt.

So lautet die Argumentation, mit welcher Fournet die neue Lehre von der Ueberschmelzung begründet und, wie er selbst versichert, zum Range einer geologischen Wahrheit erhoben hat, gegen die kein Einwand mehr aufkommen könne. Die Aufnahme, die sie fand, war bei der vulkanistischen Schule eine höchst beifällige, denn sie war hiemit aus der Verlegenheit, in welche sie durch die Einrede von Fuchs gekommen war und in der sie Berzelius belassen hatte, erlöst. Minder günstig wurde sie von anderer Seite her beurtheilt. F. v. Kobell* meinte, dass Fournet's Hypothese von der Surfusion unter den mancherlei geologischen Kuriositäten, die bereits dagewesen, gewiss nicht den letzten Platz einnehme, und dass derselbe starke Prätensionen an die [freilich gänzlich unbekannte] Eigenschaft des geschmolzenen Quarzes mache, Abkühlung zu vertragen, ohne zu erstarren, wenn er auf diese Weise die leichtflüssigen Granaten, Eisenkiese u. dgl. vor ihm krystallisiren lasse. Bedenke man ferner, dass der so häufig mit dem Quarze verwachsene Lithionglimmer in dünnen Blättern schon an einem gewöhnlichen Wachslicht schmelze, der Quarz aber im stärksten Essenfeuer nicht zum Flusse gebracht werden könne, so wisse man gar nicht mehr, was man zu solchen Ansichten sagen soll.

Noch stärker hat sich Schafhäutl** gegen die neue Doktrin erklärt und obschon ihr Urheber sie selbst für unantastbar erklärte, gleichwohl sich nicht abhalten lassen, sie in ausführlicherer Besprechung als völlig grundlos und irrig hinzustellen; auf seine Argumente werde ich in Nachfolgendem mich hauptsächlich stützen. Auch Bischof*** hat sich neuerdings entschieden gegen die Surfusions-Theorie ausgesprochen, während Durocher†, der in kühner Aufstellung von Hypo-

---

* Münchn. gel. Anzeig. XXI. S. 217.

** Ebenda XX. S. 581.

*** Geol. II. 2. S. 1292.

† *Compt. rend.* XX. *p.* 1275; *Bullet. de la soc. géol.* IV. *p.* 1018, VII. *p.* 276. Um die Granitbildung zu erklären, nimmt Durocher an, dass die geschmolzene Granitmasse sich bis zur Temperatur des Schmelzpunktes des Feldspaths, der ohngefähr 1500° ist, erkältet habe, oder vielmehr, dass, weil Quarz in Verbindung mit Basen leichter schmelzbar sei als für sich allein, zur Ueberfuhrung einer Granitmasse in den feuerflüssigen Zustand nur der Schmelzpunkt des Feldspaths nothwendig wäre, und dass dann plötzlich und fast gleichzeitig die Gemengtheile des Granits, obwohl sie noch nicht konsolidirt waren, sich getrennt hätten und nicht nach der Ordnung ihrer Schmelzbarkeit, sondern nach ihrer Neigung zur Krystallisation erstarrt wären. Feldspath und Glimmer wären zuerst krystallisirt, lange nachher erst der Quarz. Wie Durocher erläuternd zufügt, könnten geschmolzene Massen, die in den Zustand der Zähigkeit übergingen, viel länger in diesem verweilen als bei der einfachen Ueber-

thesen noch seinen Vorgänger übertrifft, sie durch die Behauptung zu stützen suchte, dass, was der Ueberschmelzung unmöglich sei, die Zähigkeit möglich mache.

Um mit unseren Einreden zu beginnen, so ist es schon von vornherein ganz unstatthaft, Eigenschaften, die man am Wasser, Schwefel und Phosphor findet, auch auf den Quarz übertragen zu wollen. Einfache brennbare Stoffe wie Schwefel und Phosphor, oder erst gar eine Flüssigkeit wie das Wasser, sind von der Kieselerde, als einem Oxyde oder einer im flüssigen Zustande so mächtigen Säure, chemisch so wesentlich verschieden, dass schlechterdings keine Berechtigung vorliegt, dass das, was für jene drei Körper gilt, auch für diesen erwartet werden darf. Der gewaltige Unterschied zeigt sich schon gleich, sobald es sich von der Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit dieser Stoffe handelt.

Schwefel und Phosphor sind sehr leicht schmelzbar und verharren oft, wie längst bekannt, sehr lange vor ihrer Erstarrung in einem zähen Zustande, in welchem sie sich in Fäden ziehen lassen. Reine Kieselerde dagegen ist im gewöhnlichen Feuer unschmelzbar; sie schmilzt erst in der durch Sauerstoffgas angefachten Weingeistflamme oder im Knallgasgebläse zu einer klaren Glasperle. Die im Flusse begriffene Kieselerde lässt sich gleich Glas in Fäden ziehen, aber nur so lange als sie sich in dem zum Schmelzen erforderlichen Hitzegrade befindet. Sobald dieser nachlässt, erstarrt sie plötzlich, wie dies die Versuche von Gaudin*

---

schmelzung. Sie werden aber auch dann noch sehr ungleich erstarren: „diejenigen, welche sich zu krystallisiren streben, werden zuerst fest; die, welche amorphe Massen bilden, bleiben lange in einem plastischen Zustande, ähnlich dem des Peches, das Mittel haltend zwischen dem flüssigen und festen Zustande.“ — Schade nur, dass diese kühne Hypothese, welche die natürliche Ordnung der Dinge geradezu auf den Kopf stellt und von den Vulkanisten bereits als höchst willkommen aufgenommen worden ist, durch die Erfahrung, wie gleich nachher gezeigt werden soll, vollständig widerlegt wird.

* Weil ich aus den übertriebenen und grundirrigen Folgerungen, welche die Geologen aus dem Versuche von Gaudin ableiten, ersehe, dass wohl die wenigsten den Originalbericht verglichen haben, so will ich denselben aus dem *Journal de Pharmacie* Vol. XXV. Jahrg. 1839 *p.* 392 hier beisetzen. „Herr Gaudin hat der Akademie der Wissenschaften Stücke von Bergkrystall übersendet, von welchem es ihm gelungen ist, ihn mit grösster Leichtigkeit zu giessen und in Fäden zu ziehen. Diese Fäden haben mehrere Fuss Länge; der eine konnte wie ein Strang gefaltet und der andere um den Finger gerollt werden. Herr Gaudin hat auch gefunden, dass der geschmolzene Bergkrystall durch Druck sich ziemlich leicht formen lässt und dass er bei einer Temperatur, die nur wenig über seinen Schmelzpunkt geht, sehr flüchtig ist. Die Thonerde verhält sich ganz anders als die Kieselerde, denn sie ist immer vollkommen flüssig oder krystallisirt, man kann sie nicht in den Zustand der Zähigkeit [*viscosité*] bringen, während die, von jeder Tendenz zur Krystallisation abgewendete Zähigkeit der permanente Zustand der Kieselerde, unter dem Einflusse des Sauerstoffgas-Gebläses ist. In einer spätern Arbeit berichtete Herr Gaudin über Versuche bezüglich der Härtung und Giessbarkeit des Bergkrystalls, die unerwartete Resultate lieferten. Wenn man ins Wasser einen Tropfen geschmolzenen Bergkrystalls fallen lässt, so bleibt er, anstatt sich zu spalten und zu zerbrechen, fortwährend hell und man kann daraus gute Mikroskop-Linsen fertigen. Mit dem Ham

und SCHAFHÄUTL* gezeigt haben. So ist der wirkliche Thatbestand, woraus von selbst sich ergiebt, dass der strengflüssige Quarz vor dem leichterflüssigen Feldspath und Glimmer zuerst sich verfestigen muss. An diesem Verhältnisse würde auch dann nichts geändert werden, wenn es als ausgemacht gelten sollte, dass geschmolzene Körper selbst in einer niedereren Temperatur, als der zu ihrem Schmelzen erforderlichen, noch flüssig bleiben könnten. Es würde dies bei allen strengflüssigen Körpern immer nur in einem zu ihrer grösseren oder geringeren Schmelzbarkeit bestimmten Verhältnisse geschehen, und der Quarz müsste auch alsdann noch früher erstarren als der Feldspath und Glimmer.

Der Fall mit dem GAUDIN'schen Experimente ist ein höchst lehrreiches, zugleich aber auch warnendes Beispiel, bis zu welchem Grade der Verkennung und Missdeutung ganz klarer Thatsachen man bei Befangenheit in falschen Hypothesen gelangen kann, und wie dann, wenn eine solche irrige Auffassung einmal Autorität gewonnen hat, sie ohne weitere Prüfung, weil sie gewissen Lieblingsmeinungen willkommen ist, allgemein angenommen und durch Ziehung von Konsequenzen erweitert und übertrieben wird. Ruht doch die ganze Surfusions-Theorie hauptsächlich auf der falschen Interpretation der GAUDIN'schen Versuche, und hat man sogar in ihnen den Beweis finden wollen, dass die Erstarrungs-Temperatur der geschmolzenen Kieselerde sehr tief [d. h. um 1500 bis 1800°!!] unter ihrem Schmelzpunkte [zu ohngefähr 2800°] liegen müsse. So hat man also, um eine falsche Hypothese zu retten, durch eine eben so irrige Hülfshypothese der geschmolzenen Kieselerde Eigenschaften angedichtet, welche durch die Experimente von GAUDIN und SCHAFHÄUTL als das direkte Gegentheil von den faktischen nachgewiesen sind.

---

mer geschlagen, prallt dieser zurück und die Kieselperle vertieft sich eher in den Backstein als zu zerbrechen; ihre Festigkeit ist so gross, dass man fast immer nur Splitter absprengt. Der gehärtete Bergkrystall gleicht daher dem Stahle hinsichtlich der Elasticität und Härte."

* Da mein verehrter Kollege, Herr Konservator Dr. SCHAFHÄUTL sich nur im Allgemeinen auf seine Versuche berufen hatte, so habe ich ihn ersucht, mir die Resultate derselben näher anzugeben, was er in nachstehender Weise gethan hat. „Ich habe Kieselerde in der Flamme des Knallgasgebläses sehr oft geschmolzen und den Versuch auch in meinen Vorlesungen wiederholt, allein das Resultat war unter den mannigfaltigsten Abänderungen immer dasselbe. Die geschmolzene zähe amorphe Kieselsäure lässt sich, wenn man rasch genug verfährt, zu einem feinen Faden ziehen, aber die Verwandlung der zu einem Kügelchen geschmolzenen Kieselsäure in einen Faden ist nur möglich, so lange sich die Kugel im Flusse, d. h. der vollsten Wirkung der Flamme des Knallgasgebläses ausgesetzt, befindet. Der feinste Faden ist in dem Augenblicke, in welchem er der grössten Intensität der Flamme entrückt ist, schon vollkommen starr. Ein Zähebleiben der geschmolzenen Kieselsäure ausserhalb der Flamme des Knallgasgebläses, auch wenn sie in den grösstmöglichen Massen geschmolzen wird, fand bei meinen Versuchen, welche die Zahl von 50 übersteigen, nie statt." — Mit diesen exakten Erfahrungen der Chemiker vergleiche man nun die Fiktion der Geologen, dass die geschmolzene Kieselerde vor dem Erstarren zähflüssig werde und sich geraume Zeit lang wie Siegellack in Fäden ziehen lasse!!

Obwohl die Geologen schon gleich nach dem Aufkommen der Surfusions-Theorie gewarnt wurden, sich von dieser nicht bethören zu lassen, so war doch ihr ganzes System durch die von N. v. Fuchs erfolgten Angriffe in einem Grade bedroht, dass sie in Ermangelung einer festeren Stütze sich mit dem Ergreifen eines Strohhalmes begnügten. Man sucht das in allen seinen Fundamenten untergrabene und bereits auf allen Seiten im Einstürzen begriffene geologische Gebäude zu halten, so gut es gehen oder nicht gehen will. Selbst Naumann*, ein sonst so besonnener Geognost, hat sich an die missliche Aufgabe gemacht, nicht blos die Möglichkeit, sondern auch die Wirklichkeit, dass Mineralien von sehr verschiedenen Graden der Schmelzbarkeit aus dem feurigflüssigen Zustande sich heraus krystallisiren können, durch „sehr schlagende Beweise" darzuthun. Diese Beweise sind hergenommen von zwei Silikaten und dem Roheisen; es handelt sich aber hiebei leider nicht um den Quarz, von dem doch zur Erklärung der Granitbildung zunächst die Rede sein müsste, sondern um Olivin, Leuzit und Graphit, die mit dieser Frage in keinem Zusammenhang stehen und daher, als nicht hieher gehörig, ruhig bei Seite gelassen werden könnten. Indess da sie einmal in Erwähnung gekommen und doch in eine gewisse Beziehung mit der Frage von der Quarzbildung gebracht sind, wollen wir sie in der Kürze auf ihre Evidenz prüfen.

Naumann bezieht sich zuerst auf den Olivin: „Olivin, ein vor dem Löthrohre ganz unschmelzbares Mineral, findet sich in den basaltischen Laven und Basalten neben dem leicht schmelzbaren Augit und dem noch leichter schmelzenden Labrador." — Darauf können wir ihm einfach antworten, dass eben deshalb der Olivin nicht im geschmolzenen Zustand aus der Lava sich heraus krystallisirt, sondern als solcher schon vorher existirt hat und beim Ausbruch der Lava nur von ihr mit fortgerissen worden ist. Diese Präexistenz des Olivins vor der Lava hat sowohl L. v. Buch** als auch G. Bischof*** behauptet und das Weitere ist bei diesem nachzusehen.

Das zweite Beispiel nimmt Naumann vom Leuzit her. „Leuzit ist ein vor dem Löthrohre gänzlich unschmelzbares, der Augit dagegen ein ziemlich leicht schmelzbares Mineral; und dennoch finden wir in den Leuzitlaven diese beiden Mineralien als Gemengtheile auf das innigste mit und durcheinander verwachsen, gerade so, wie den Quarz und den Feldspath im Granite. Breislak hebt es ausdrücklich hervor, dass oft ein kleiner Augitkrystall mitten in einem Leuzitkrystalle steckt, ja dass zuweilen eine Augitsäule von einem Leuzitkrystalle dergestalt umschlossen wird, dass sie mit beiden Enden aus ihm herausragt. Er schliesst aus dieser merkwürdigen Thatsache, dass die Bildung des Leuzits unstreitig später erfolgt sein müsse als die des Augits," oder

* Lehrb. der Geognos. I. S. 736.
** Physikal. Beschreib. der canar. Inseln. S. 303.
*** A. a. O. S. 676 u. f.

wie dies Naumann übersetzt, „dass in dem Leuzitophyr das leicht schmelzbare Metall früher erstarrte als das unschmelzbare Mineral.“

Ich kann hierauf kurz antworten, dass hier vom Leuzit dasselbe wie vom Olivin gilt, wie denn die Präexistenz des Leuzits vor der Lava schon Dolomieu und andere Geognosten behauptet haben.* Der von Breislak angeführte Fall spricht aber ganz entschieden gegen die Herausbildung des Leuzits aus feurigem Flusse, weil die Gesetze der Erstarrbarkeit feurig-flüssiger Mineralien dadurch aufgehoben worden wären, wogegen wir Verwahrung einlegen.**

Mit dem Leuzit hat es aber noch eine ganz eigne Bewandtniss, auf die N. v. Fuchs*** schon vor geraumer Zeit aufmerksam gemacht hat. Er betrachtet den Leuzit nämlich als ein verglastes Mineral. „Dieser Körper,“ sagt er, „ist kein Krystall, sondern, so zu sagen, nur ein Krystallmodell, zwar von Krystallflächen eingeschlossen, aber gestaltlos und glasartig im Innern. Wegen seiner Feuerfestigkeit konnte er im vulkanischen Feuer seinen regelmässigen äussern Umriss beibehalten, während die Form der kleinsten Theile und somit die krystallinische Struktur verloren ging. Vergleicht man den Leuzit mit dem Analcim, so kann man sich kaum des Gedankens erwehren, dass er ursprünglich auch Analcim, Kali-Analcim, gewesen sei, mit dem Natrum-Analcim eine Formation bildend. Jener würde in wasserfreiem Zustand, als nunmehriger Leuzit, eine ganz andere Form haben, wenn er wirklich krystallisirt wäre. Den Natrum-Analcim dürfen wir wegen seiner Schmelzbarkeit nicht in den Laven suchen; aber der Kalk-Analcim könnte sich wohl unter ähnlichen Verhältnissen finden, unter welchen jener vorkommt. Wird der Natrum-Analcim, umgeben von feuerfestem Thon, in mässigem Feuer ausgeglüht, so wird er in Natrum-Leuzit verwandelt.“

Auch diese Ansicht, die sehr Vieles für sich hat, geht von der Präexistenz des Leuzits vor der Lava aus. Das Vorkommen des Leuzits und Olivins in den Laven hat also für uns nicht die Beweiskraft, die ihm Naumann beigelegt wissen will.

Noch will uns Naumann [S. 740] ein „recht überzeugendes Beispiel“ vorhalten, dass ein sehr strengflüssiger Körper aus einem feuerflüssigen Magma von weit niedrigerer Temperatur herauskrystallisiren könne. Dieses Beispiel soll das Roheisen liefern, „in welchem der Kohlenstoff als Graphit in grossen krystallinischen Blättern ausgeschieden wird, zwischen welchen sich das Roheisen herausschmelzen lässt.“

---

* Sartorius v. W. sagt in seinem Werke über die vulkan. Gesteine [S. 340] über den Leuzit Folgendes. „Alle sizilianischen, liparischen und isländischen Gesteine enthalten niemals Leuzit. Ob die Laven des Vesuvs gegenwärtig noch Leuzit ausscheiden, oder ob sie denselben aus ältern Formationen emporführen, ist wohl noch nicht hinreichend untersucht.“

** Neuerdings hat sich auch Bischof [a. a. O. II. 2. S. 2265—2303] sehr ausführlich über die Präexistenz des Leuzits und über seine Bildung auf nassem Wege ausgesprochen, und damit die Behauptung von Naumann entkräftet.

*** Bayer. Annal. 1833. 1. S. 348.

Genanntes Beispiel würde allerdings überzeugend zu Gunsten NAUMANN's sprechen, wenn dieser Graphit reiner Kohlenstoff wäre; so aber, da er immer mit mehr oder weniger Eisen, Silicium etc. verbunden ist, und zwar nicht blos der in grossen Blättern erscheinende, zwischen welchen Eisentheile sichtlich wahrnehmbar sind, sondern auch der feinschuppige, welcher sich durch den Windhauch fortblasen lässt, mithin also dieser Graphit nichts weniger als reiner Kohlenstoff ist, so kann man nicht behaupten, dass hier der Kohlenstoff für sich, ohne fremdartige Beimischung, geschmolzen sei. Im Gegentheil hat diese Beimischung ihm als Schmelzmittel gedient, und das angeführte Beispiel ist demnach nicht für NAUMANN, sondern für uns beweiskräftig.

Doch kehren wir nach diesem Exkurs wieder zum Quarze zurück. TH. SCHEERER*, der die von FOURNET und DUROCHER vorgetragene Surfusionstheorie aufs ernstlichste bestreitet, hat gleichwohl als einer der Vorkämpfer des Plutonismus nicht umhin gekonnt, neuerdings das gleiche Resultat zu behaupten, wenn auch auf einem andern Wege und in einer andern Form. Wir müssen seine Deduktion hier ausführlich mittheilen. „Einer der Haupteinwände, welche unserer [der Plutonisten] Theorie früher gemacht wurde, die anscheinend paradoxe Erstarrungsfolge gewisser Mineralien, hat zwar bereits von mehreren Seiten her Entgegnungen gefunden, allein wir können es uns nicht verhehlen, dass alle verschiedenen Gründe in Summa — mit welchen man bis jetzt die unläugbare Thatsache zu erklären versucht hat: dass gewisse leicht schmelzbare Mineralien in den krystallinischen Silikatgesteinen früher erstarrt sind als andere schwerschmelzbare — sich kaum ausreichend zeigen, diesem Paradoxon jedes Befremdende zu rauben. Man dürfte jedoch vergessen haben, die mitwirkende Hülfe eines hiebei wesentlich betheiligten Umstandes in Anspruch zu nehmen. Bekanntlich giebt es Körper, welche bei ihrem Uebergange aus dem geschmolzenen Zustande in den starren ihr Volum vermindern [wie z. B. Schwefel], und andere Körper, welche es hiebei vergrössern [wie z. B. Wasser, Wismuth]. Denken wir uns einen Körper der ersten Art einem starken Drucke ausgesetzt, durch welchen seine Moleküle einander verhältnissmässig genähert werden, so wird seine Erstarrung unter diesem Drucke, wie BUNSEN beim Paraffin und Wallrath gezeigt hat, früher, d. h. bei höherer Temperatur eintreten müssen als ohne Druck. Es begünstigt der Druck das Erstarren dieser Körper, indem er die volumvermindernde Wirkung der Wärmeabnahme unterstützt. Gerade umgekehrt verhält es sich mit den Körpern der anderen Art. Indem sie beim Erstarren nach Vergrösserung ihres Volums streben, haben sie gegen den von aussen wirkenden Druck anzukämpfen, der sich dieser Volumzunahme widersetzt. Aus diesem Grunde friert das Wasser unter starkem Druck bei niedrigerer Temperatur als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Kurz, wir begreifen: die Schmelz- [oder Erstarrungs-] Punkte dieser beiden

---

* Der Paramorphismus. S. 71.

Arten von Körpern werden sich in Folge eines für beide gleichen Druckes nach verschiedener Richtung verändern: sie werden weiter auseinander rücken. Ist der geschmolzene Quarz ein Körper, welcher gleich dem Wasser und Wismuth, — und wahrscheinlich gleich den meisten hexagonal krystallisirenden Substanzen — beim Erstarren an Volum zunimmt, so wird sein Erstarrungspunkt unter starkem Drucke ein beträchtlich niedrigerer sein als der, welcher sich an ihm wahrnehmen lässt, wenn wir ihn unter dem gegenwärtigen Atmosphärendrucke schmelzen. Auf solche Weise und unter Mitwirkung der anderen hierbei in Betracht kommenden Umstände konnte es wohl geschehen, dass der Quarz in den betreffenden krystallinischen Gesteinen später erstarrte als so manche der leichter schmelzbaren Mineralien, die sich, zum Theil in Folge jener eigenthümlichen Wirkung des Druckes, aus ihm abgeschieden haben, und die wir jetzt in anscheinend paradoxer Weise als Krystalle darin antreffen."

Es hat in dieser Argumentation SCHEERER ein kleines Wörtlein nicht gehörig betont, das, so klein es ist, doch eine zentnerschwere Bedeutung hat, das Wörtlein Wenn: Wenn nämlich der Quarz ein Körper ist, der sich beim Erstarren ausdehnt. Wenn er aber, wie die gewöhnliche Regel es erwarten lässt, kein solcher ist, was dann? Ferner, wenn der Schmelz- oder Erstarrungspunkt durch Druck für den Quarz verändert werden kann, so muss dies auch für Feldspath, Glimmer und alle andern mit jenem zugleich vorkommenden Mineralien gelten. Es kann dann, mit Bezug auf die Ausdehnung oder Zusammenziehung beim Erstarren, der doppelte Fall eintreten: entweder verhalten sich Feldspath, Glimmer u. s. w. gleichartig mit dem Quarze oder nicht. Im ersteren Falle würde auch unter Druck das relative Verhältniss der Erstarrungspunkte der Mineralien nicht alterirt, im zweiten könnte es aber total verrückt werden, so dass, wie schon BUNSEN andeutet, nicht blos die Reihenfolge der Ausscheidungen, sondern die Ausscheidungen selbst ihrer chemischen Konstitution nach sich durch den blosen Druck ändern könnten. Es müsste dann erst wieder das Gesetz gesucht werden, von welchem diese Aenderungen abhängig wären, und um selbiges zu ermitteln, müsste eine grosse Reihe höchst schwierig anzustellender Experimente ausgeführt werden. So lange uns aber diese nicht im sicheren Resultate vorliegen, so lange es uns noch an allen Beobachtungen gebricht, um den Einfluss der Druckkräfte auf chemische, im feurigen Flusse bewirkte Verbindungen zu bemessen, ist alles Hin- und Herreden hierüber ein Tappen im Finstern, zu dem ich wenigstens keine Lust habe; nur erinnern will ich, dass auch dann als Hauptaufgabe übrig bliebe, die Möglichkeit der Quarzausscheidung aus dem Schmelzflusse auf experimentalem Wege nachzuweisen. Ehe jedoch die Chemiker sich auf jene mühseligen Versuche einlassen dürften, wäre es doch rathsam, zuerst sich zu versichern, ob denn der Druck, der für die Granitbildung auf feurigem Wege nach Tausenden und Zehntausenden von Atmosphären berechnet werden müsste, überhaupt bei der Gebirgs-

bildung einen wesentlichen Einfluss geäussert haben konnte. Wenn nämlich die Gebirge, wie ich mit WERNER und Andern als unzweifelhaft ansehe, noch ihre erste Ursprungsstätte einnehmen, also nicht aus dem Centrum der Erde heraufgeschoben worden sind, so ist die Annahme eines gewaltigen Druckes mit allen seinen Folgen völlig überflüssig und dem Geologen sind alsdann die Druckexperimente der Chemiker in Bezug auf Geogenie ohne erhebliche Bedeutung. Aber sehr zu wünschen wäre es, dass uns letztere, statt neuer Hypothesen, neue Erfahrungen, durch welche allein die Geologie gefördert werden kann, vorlegen möchten; mit Hypothesen sind wir ohnedies überreichlich gesegnet.

In anderer Weise hat SARTORIUS VON WALTERSHAUREN* die vulkanistische Ansicht zu retten versucht, indem er nur einen Theil der quarzigen Gesteine dem vulkanischen Gebiete gesichert wissen, den andern aber dem neptunischen überlassen will. Er behauptet nämlich, „dass der Quarz in Gängen und namentlich in Krystallen ausgeschieden sehr häufig, vielleicht zum grössern Theile, einer sekundären Bildung angehört, welche mit dem körnigen Quarz in den Graniten, der entweder nie oder jedenfalls seltner krystallisirt, nicht verwechselt werden darf.“

Die Bergkrystalle weist SARTORIUS dem neptunischen Bereiche zu, weil ihre Einschlüsse von Rutil, Asbest, Epidot, Silber, Schwefelmolybdän u. s. w. auf das deutlichste das spätere Festwerden des Quarzes beurkunden. Die Krystallhöhlen in den Alpen haben, seiner Meinung nach, meistens mit der ursprünglichen Bildung des Urgebirges nichts gemein; sie seien ohne Zweifel aus dem Granit später als Kieselgallerten, durch heisses Wasser unter hohem Drucke erzeugt, wie man es noch jetzt an den heissen Quellen Islands sehe, abgeschieden worden. Dagegen sei nach seinen Erfahrungen im Urgebirge, besonders im Granit, der Quarz, Korund und Periklas immer zuerst ausgeschieden; an den Graniten von Baveno, der Grimsel, dem Montblanc, Okerthal, der Insel Mull und andern Orten habe er sich überzeugt, dass zuerst der Quarz, darauf der Glimmer und zuletzt der Feldspath fest geworden ist. Dies wäre also die Ordnung, welche den Erstarrungsgraden der drei genannten Mineralien aus dem Schmelzflusse angemessen wäre.

Wir haben gegen diese Angaben von SARTORIUS einige Bemerkungen zu erheben. 1) Wenn wir auch nicht bestreiten wollen, dass in manchen Graniten die Gemengtheile ein solches Verhalten zueinander zeigen, dass daraus geschlossen werden kann, der Quarz habe sich vor den andern verfestigt, so ist anerkanntermassen die allgemeine Regel doch die, dass er in der Reihenfolge der Konsolidirung der letzte gewesen ist, was insbesondere am Schriftgranit deutlich ersichtlich ist, wo der Quarz nur die Räume, die ihm der Feldspath

* Ueber die vulkan. Gesteine in Sizilien und Island. S. 324.

übrig liess, einnehmen konnte.* 2) Die Quarzkrystalle sind nicht blos auf die Drusenräume der Gänge und die Krystallkeller der Granite beschränkt, sondern sie kommen bisweilen selbst als Gemengtheile des letzteren vor.** 3) Nicht blos die Bergkrystalle sind es, welche Krystalle von andern Mineralien einschliessen, sondern der gleiche Fall findet auch beim derben Quarz statt; so z. B. finden sich als Einschlüsse im Quarzfels: Bergkrystall, Glimmer, Schwefelkies, Rutil, Turmalin, Pistazit, Granat u. s. w. 4) Es giebt aber auch Fälle, wo derber Quarz nicht blos Schwefelkieskrystalle einschliesst, sondern auch wieder umgekehrt vom Kiese umhüllt wird.*** Auch

---

* Beachtenswerth ist hiebei die Bemerkung von Fournet [a. a. O. S. 1053], dass es auch Schriftgranite giebt, bei denen umgekehrt die vorausgehende Krystallisation des Quarzes die Schriftzüge veranlasst hat.

** Vgl. Leonhard's Charakt. der Felsarten. S. 46.

*** Es sind nicht blos die granitischen Gebirgsarten, bei welchen man sich über die Verhältnisse der Verfestigung des Quarzes bezüglich anderer, mit ihm vorkommenden Mineralien Aufschluss erholen kann, sondern fast noch lehrreicher sind in dieser Beziehung die Gänge. Einige für die Theorie der Quarzbildung besonders wichtige Beispiele will ich aus Wilh. Fuchs Beiträgen zur Lehre von den Erzlagerstätten hier beifügen. Im Schiefergebirge zu Schmöllnitz und Agordo tritt unter den Gemengtheilen der Quarz auf, der sehr häufig Schwefelkieskrystalle umschliesst, wie es auch andere Gemengtheile, der Talk und Graphit thun, wobei es vorkommt, dass ein solcher Krystall aus einem Mineral ohne Unterbrechung ins andere fortsetzt, so dass die eine Hälfte des Krystalls von Quarz, die andere von Talk oder Graphit umschlossen ist [S. 13]. Bei Agordo wird der Kies sehr mächtig und scheidet häufig Quarzstücke aus, welche ihrerseits wieder Kieskrystalle einschliessen [S. 14]. Zu den belehrendsten Fällen gehört aber der, den W. Fuchs S. 56 unter den ungarischen Gangbildungen im Grünsteine beschreibt. Es legen sich daselbst an beide Saalbänder der zahllosen, den Grünstein durchsetzenden Klüfte mehr oder minder starke Quarzlager an, welche in ihrer Masse Schwefelkies, Blende, Bleiglanz und Silbererze mancher Art einschliessen, Krystallflächen der Mitte der Kluft zukehren und auf diesen Krystallflächen neue Lagen von Quarz, Kalkspath, Braunspath, Manganspath, von den genannten Erzen, oder aus einem Gemenge mehrerer dieser Mineralien bestehend, ansetzen, die wieder auf ihren Endflächen andere Spezies tragen, bis endlich die Lagen in der Mitte der Kluft zusammen stossen, selbe schliessen oder, was häufig der Fall ist, in offenen Drusenräumen mancherlei Krystallbildungen zeigen. Dass der Quarz der Gangmasse Krystalle von Blende, Kies und Bleiglanz einschliesst, ist schon erwähnt, dagegen ist seine Oberfläche von Blende und Bleiglanz bedeckt, denen wieder Bergkrystalle, die in ihrer freien Entwicklung nicht selten durch die Würfel des Bleiglanzes gehindert wurden, aufsitzen, so dass die Kanten und Ecken dieses letzteren tief in die absetzende Masse des Quarzkrystalls dringen, dessen vollständig ausgebildete Endflächen und Kanten aber wieder umgekehrt Bleiglanzkrystalle in freier Bildung störten. Blende sitzt auf den Krystallflächen des Bleiglanzes und Quarzes, während andere unmittelbar dieser Gruppe angehörende Krystalle von Schwefelzink ein umgekehrtes Verhalten zeigen; Baryt, Kalkspath und Braunspath erscheinen ihnen aufgewachsen, indem sie theilweise die Entwicklung jener Krystalle, von denen sie getragen werden, hinderten und ihrerseits Selenitkrystalle tragen, deren rein ausgebildete glänzende Flächen mit kleinen Bleiglanzkrystallen ganz und gar bekleidet sich finden [S. 57]. — Aus diesem merkwürdigen Verhalten weist W. Fuchs die Annahme, dass die Gangmasse aus empor gedrungenen feurig-flüssigen Massen oder aus Sublimationen sich gebildet hätte, entschieden ab und erklärt die von ihrer Entstehung durch allmählige Krystallisation unter Einwirkung von tropfbarflüssigem Wasser für allein möglich. In diesem Falle, wo bei Voraussetzung der Bildung der Gang-

vom Quarz in Kontakt mit Turmalin weiss man es, dass er nicht blos Eindrücke von letzterem erleidet, sondern dass er umgekehrt in dessen Inneres eindringt und zwar in einer Weise, dass auf dem Durchschnitt ähnliche, nur noch deutlichere Schriftzüge als beim Schriftgranite entstehen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt es sich, dass zwischen dem Quarz in Krystallgestalt oder in derben Massen kein Unterschied, hinsichtlich ihres früheren oder späteren Festwerdens besteht, da beide in gleicher Weise viele andere Mineralien einschliessen oder von letzteren umschlossen werden. Aus diesem Grunde können wir die doppelte Bildungsweise, welche Sartorius dem Quarze einräumt, nicht anerkennen. Dagegen ist es uns erfreulich, dass er wenigstens die Möglichkeit der Bildung des krystallinischen Quarzes auf nassem Wege zugesteht, und da er diesen insbesondere für die Quarzkrystalle der Gänge gültig macht, wird er nicht umhin können, auch den Erzgängen die gleiche Bildungsweise einzuräumen. Dass aber der Quarz nicht blos als der zuletzt fest gewordene Gemengtheil, sondern auch mitunter als ein vor ihnen ausgeschiedener erscheint, spricht um so nachdrücklicher für seinen Ursprung auf nassem Wege, da ein solcher weiter Spielraum für seine Konsolidirung ihm nur auf letzterem ermöglicht werden konnte. Die Vulkanisten werden zwar mit dem Drucke kommen, der nach der Verschiedenheit der Tiefe, in der die Quarzbildung erfolgte, auch eine entsprechende Differenz in den Erstarrungsgraden herbeiführen soll, allein die nach W. Fuchs in der Note berichteten Fälle, wo in einer und derselben Lokalität [also unter gleichem Drucke] der Quarz bald früher, bald später als ein anderes ihn begleitendes Mineral sich verfestigt zeigt, schliesst die Berufung auf den Druck vollständig aus.

Die Bildung des Quarzes ist demnach in allen Fällen, in welchen er sich uns in der Gebirgswelt darstellt, ein ausschliesslich neptunisches Ergebniss.

Am Schlusse dieser Betrachtungen soll es indess nicht verschwiegen werden, dass in der jüngsten Zeit ein neuer Versuch gemacht worden ist, den Vulkanisten aus ihrer Verlegenheit mit dem Quarze zu helfen, und sie werden nicht verfehlen, sich dessen zu bedienen.

Daubrée* hat nämlich Versuche angestellt über die künstliche Erzeugung von Mineralien aus den Gruppen der Silikate und Aluminate durch Einwirkung von Mineraldämpfen auf die Felsarten und ist hiebei zu folgenden Resultaten gekommen. Wenn Chlor-Silicium in Dampfform auf die Basen der Zusammensetzung zum Rothglühen er-

massen auf feurigem Wege die Gesetze der Erstarrbarkeit feuerflüssiger Mineralien aufs gröbste verletzt worden wären, indem theils der Quarz die Ausbildung anderer Krystalle stört, theils von ihnen selbst in seiner Integrität gestört wird, und man überdies zur Ausgleichung auf die Verschiedenartigkeit des Druckes sich nicht einmal berufen kann, ist lediglich die Bildung auf nassem Wege denkbar, bei welcher die Verfestigung an kein bestimmtes Gesetz gebunden ist.

* Jahrb. f. Mineralog. 1855. S. 214.

hitzter Felsarten wirkt, so zersetzt es sich, indem Chlorverbindungen und Kieselsäure entstehen, und diese Säure bleibt bald frei, bald vereinigt sie sich mit den Basen im Ueberschuss, um einfache oder mehrfache Silikate zu bilden. Die in solcher Weise entstehende Kieselsäure und Silikate besitzen eine ausserordentliche Neigung zu krystallisiren; die Krystalle sind klein, aber gewöhnlich sehr zierlich, und die Krystallisation erfolgt bei einer Temperatur weit unter ihrem Schmelzpunkte. Mit Kalkerde, Talkerde, Alaunerde und Süsserde erhält man krystallisirten Quarz in der gewöhnlichen Form einer sechsseitigen Säule mit pyramidaler Zuspitzung, und ein Theil der Basis geht in Silikate über.

Die Richtigkeit der Experimente vorausgesetzt, können gleichwohl deren Ergebnisse den vulkanistischen Geologen zu keiner Aushülfe aus den Nöthen, die ihnen die Quarzbildung in der Gebirgswelt verursacht, dienen und zwar schon nicht aus folgenden Gründen. Silicium-Chlorür existirt erstlich nicht in der Natur als Mineral; es ist blos ein Kunstprodukt, das zu seiner Bildung bereits die Kieselerde voraussetzt. Wollte man aber auch annehmen, dass im Anfange der Dinge die letztere nur als Chlorverbindung vorhanden gewesen wäre, so hätte sich diese im feurigen Flusse alsbald zersetzen müssen, und nicht blos würden sich unter den Gesteinen eine Menge Chloride, und zwar massenhaft, vorfinden, was jedoch nicht der Fall ist, indem Natriumchlorid das einzige ist, was in Massen vorkommt, sondern die freiwerdende Kieselerde hätte nun doch im Schmelzflusse in alle die Verhältnisse eintreten müssen, die wir schon vorhin besprochen und daraus die Unstatthaftigkeit der Annahme eines feuerflüssigen Zustandes derselben deducirt haben.

Fassen wir die vorstehenden Erörterungen in der Kürze zusammen, so können wir selbst mit Vernachlässigung tiefer eingreifender chemischer Argumente, lediglich schon aus der Art und Weise, wie der Quarz in der Gebirgswelt auftritt, einen sichern Schluss auf seine Entstehungsweise in derselben ziehen. Folgende Sätze werden hiezu ausreichen.

1) Quarz bildet sich noch jetzt in einzelnen Fällen auf nassem Wege. Die Süsswasserquarze mit Versteinerungen, die Sandsteine, welche aus Quarzkrystallen bestehen, und die Hornsteine, welche als sogenannte Holzsteine das Versteinerungsmittel für Hölzer, deren Textur oft vollständig erhalten ist, abgeben, sprechen entschieden für die neptunische Bildung des Quarzes. Die Möglichkeit der Quarzbildung auf nassem Wege ist demnach durch die Erfahrung bewiesen.

2) In keinem Schmelzflusse, mag er in den aktiven Vulkanen oder in unsern Laboratorien vor sich gehen, hat sich noch je irgend ein Quarzkrystall oder auch nur ein derbes Quarzstück ausgeschieden. Die Vulkanisten sind demnach mit ihrer Annahme, dass der Quarz aus dem schmelzflüssigen Zustande sich gebildet habe, nicht blos von der Erfahrung gänzlich verlassen, sondern stehen in direktem Widerspruch mit ihr.

3) Wenn es auch in jüngster Zeit, — also lange nachher, als die vulkanistische Theorie sich des Quarzes für ihr Gebiet bereits bemächtigt hatte — geglückt ist, Quarzkrystalle auf pyrochemischem Wege darzustellen, so ist doch erstlich diese Darstellung nicht vermittelst des Schmelzflusses, sondern der Verdampfung gelungen, dann unter Verhältnissen, wie sie in der Gebirgswelt nicht vorhanden sind, und endlich vermittelst eines Körpers, des Silicium-Chlorürs, der gar nicht in der Natur existirt, sondern ein Kunstprodukt ist, zu dessen Herstellung die bereits fertig vorliegende Kieselerde verwendet wird, und der also in keinem Falle Aufschluss über die primitive Quarzbildung geben kann.

4) Einschlüsse leichtflüssiger Mineralien in dem in unsern Essenfeuern unschmelzbaren Quarz sind mit feuriger Bildung schlechterdings unverträglich; man müsste denn annehmen, dass geschmolzene Kieselerde, die zum Flusse eine Hitze von 2800° bedarf, um 1500 bis 1800 und noch mehr Grade erkalten könnte, ohne fest zu werden. Obwohl solche Annahme wirklich statuirt wurde, widerspricht sie doch den allerbestimmtesten, auf exakte Experimente begründeten Erfahrungen und kann daher nur als Verirrung der Phantasie erklärt werden. Mit der neptunistischen Ansicht ist aber die Einschliessung leichtflüssiger Mineralien durch Quarz vollkommen verträglich.

5) Dasselbe gilt, wenn man Quarz andere Mineralien [z. B. Bleiglanz, Schwefelkies] einschliessen sieht, während er umgekehrt von eben diesen eingeschlossen oder doch in der Ausbildung seiner Krystallflächen gehindert wird. Ein solches Verhalten ist mit den Gesetzen der Erstarrbarkeit feuerflüssiger Massen unverträglich, und da man Fälle kennt, wo auf einer und derselben Lagerstätte erwähntes Verhalten sich kundgiebt, so kann man auch nicht auf den Druck rekurriren, dem man jetzt Schuld giebt, dass er nach seiner grösseren oder geringeren Intensität die Gesetze der Verfestigung in Verwirrung bringe; denn in solchen Beispielen ist der Druck für alle dabei betheiligten Mineralien der gleiche gewesen.

6) Im Schriftgranite ist es in der Regel ganz deutlich zu erkennen, dass der Quarz später als der Feldspath — also abermals gegen die Gesetze der Erstarrbarkeit feuerflüssiger Mineralien — sich konsolidirte und deshalb nur die Räume, welche ihm der Feldspath übrig liess, einnehmen konnte. Es giebt aber auch Fälle, in denen das umgekehrte Verhältniss stattfindet, und dieses doppelartige Auftreten des Quarzes spricht entschieden für seine neptunische Bildung, denn nur bei dieser konnte es ihm möglich werden, bald länger bald kürzer im weichen Zustande auszuharren, da auf nassem Wege die Verfestigung an kein bestimmtes Zeitmaass gebunden ist.

Auch Bischof hat in neuester Zeit uns vollständig zugestimmt, dass aller Quarz, wie er in der Natur vorkommt, ausschliesslich ein neptunisches Ergebniss ist. Von welcher weitausgreifenden Bedeutung

dieses Resultat aber für die Geologie ist, wird sich zeigen, wenn wir auf das Urgebirge zu sprechen kommen.

V. KAPITEL.

Der Druck als Nothhelfer.

Die neptunistische Theorie hat eine nicht geringe Stütze in dem Umstande erlangt, dass sie die von der Chemie auf dem Wege des Experimentes ermittelten Gesetze der Verbindungen und Wahlverwandtschaften ohne Weiteres zur Erklärung der Gebirgsbildung anwenden und nachweisen kann, dass diese unter denselben äussern Verhältnissen, wie sie noch dermalen für jede künstlich eingeleitete chemische Verbindung und Zersetzung bestehen, erfolgt ist. Die vulkanistische Theorie dagegen kommt mit diesen Gesetzen in entschiedene Widersprüche und muss sich daher um einen Vermittler umsehen, der mächtig genug ist, dieselben aufzuheben. Dieser Vermittler ist der Druck.

Ein solcher Nothhelfer war der vulkanistischen Theorie gleich bei ihrem ersten Auftreten nöthig, um das grosse Hinderniss, welches ihr die Kalkgebirge entgegen setzten, aus dem Wege zu räumen. Der gemeine Kalkstein ist bekanntlich eine Verbindung von Kalkerde und Kohlensäure, welch letztere aber durch das Feuer ausgetrieben wird; eine Operation, die tagtäglich die Kalköfen ausführen, um den gewöhnlichen Kalkstein in gebrannten Kalk, wie er zum Mörtel verwendet wird, umzuwandeln. Wäre also die Erde auf feurigem Wege entstanden, so würde, wie von neptunistischer Seite eingewendet wurde, die Bildung von kohlensaurem Kalke unmöglich gewesen sein. Aus dieser Verlegenheit half den Geologen der Chemiker James Hall. Er zeigte nämlich durch das Experiment, dass unter grossem Druck kohlensaurer Kalk geschmolzen werden könne, ohne seine Kohlensäure zu verlieren. Nicht leicht wird es einen zweiten Fall in der Wissenschaft geben, dass ein in seinem Fache ganz unbedeutender Name eine solche ausserordentliche Celebrität bei den Genossen eines andern Faches erlangt hat, als dies hinsichtlich des Chemikers James Hall mit seinem Druck-Experiment bei den vulkanistischen Geologen vorgekommen ist. Wie ungebührlich dieses einfache Experiment in seiner Bedeutung überschätzt und wie maasslos in seinem Resultate ausgebeutet wurde, habe ich schon in meiner „Geschichte der Urwelt“ gezeigt; in vollem Unwillen spricht sich aber Bischof (II. S. 83) darüber aus: „Es kann kaum ein Experiment geben, welches mehr Unheil in der Geologie angerichtet hat, als das bekannte von Hall,

dass kohlensaurer Kalk unter einem hohen Drucke schmelzen könne, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, denn dieser geschmolzene kohlensaure Kalk scheint für die Ultraplutonisten der *Lapis Philosophorum* geworden zu sein. Mit Hülfe hohen Drucks glauben sie sich über alle chemischen Gesetze wegsetzen zu können; mit vornehmer Miene weisen sie den Chemiker zurecht, wenn er sich erlaubt, gegen die von ihnen ausgeklügelten Verwandtschaftsgesetze Erinnerungen zu machen. — — An den Druck klammern sich diese Geologen, wie die Phlogistiker an das Phlogiston. — — Die Druckmänner sind allerdings sicher, dass ihre Druckideen nie durch ein direktes Experiment widerlegt werden können." *

Waren die Vulkanisten, wie sie meinten, durch das Experiment von Hall** glücklich über die Schwierigkeit mit den Kalkgebirgen hinweggekommen, so wurde von nun an der Druck der grosse Nothhelfer, der bei allen Kollisionen mit den chemischen Verbindungsgesetzen um seine Vermittlung angerufen wurde. Man hatte nur noch eine zweite Voraussetzung nöthig, die Gesteinsbildung in solchen Tiefen oder unter einer ganz andern atmosphärischen Umgebung vor sich gehen zu lassen, dass der Druck seinen Einfluss geltend machen konnte.

Indess trotz alles Druckes sollte doch das Kalkgebirge dazu bestimmt sein, die Unhaltbarkeit der vulkanistischen Theorie darzuthun. Der Granit nämlich und andere granitische Felsarten treten häufig in unmittelbare Berührung mit kohlensaurem Kalksteine, und der Urkalk schliesst nicht selten Quarz, Glimmer und Feldspath [also die Gemengtheile des Granits] ein. Weiter ist es bekannt, dass kohlensaurer Kalk und Kieselerde sich im starken Feuer nicht miteinander vertragen, sondern die Kohlensäure der Kieselerde weichen muss, indem sich kieselsaurer Kalk bildet; ähnlich verhalten sich gegen den kohlensauren Kalk thonerdehaltige Silikate, wie z. B. Feldspath und Glimmer. Dieses Verhalten nun benutzte Nep. v. Fuchs, um die Vulkanisten zu fragen, ob bei feuerflüssiger Bildung der Erde der kohlensaure Kalk hätte bestehen können, oder ob er nicht vielmehr in kieselsauren hätte umgewandelt werden müssen? Offenbar hätte Letz-

* In diesen Unmuth ist Bischof hauptsächlich gerathen wegen eines von Frapolli in der Berliner Akademie gehaltenen Vortrages über die Gipsbildung, der allerdings zu den überschwenglichen gehört, so dass man es Bischof nicht verdenken kann, wenn er sich folgendermassen äussert: „Es wird eine Zeit kommen, und hoffentlich ist sie nicht mehr sehr fern, wo man sich wundern wird, wie im 19. Jahrhundert solche unreife Phantasiegemälde, einer gesunden Chemie zum Trotze, einer Versammlung vorgetragen werden konnten, die zu ihren Mitgliedern die grössten unter den jetzt lebenden Geologen zählt."

** Derselbe schloss nämlich gepulverte Kreide in eine eiserne Röhre luftdicht ein und fand, dass die Kreide nach dem Glühen krystallinisch sich gezeigt habe, ohne ihre Kohlensäure verloren zu haben. Wie Buchholz nachwies, hätte es aber zu diesem Versuche nicht einmal eines verschlossenen Gefässes bedurft: Kreide in einen Flintenlauf fest eingestampft und nur lose verschlossen, schnell zum Weissglühen gebracht, sintert zusammen, ohne bedeutend Kohlensäure zu verlieren.

teres geschehen müssen und Quarz und Kalkstein würden alsdann zu den Seltenheiten und kieselsaurer Kalk zu den gewöhnlichen Vorkommnissen gehören. Da aber gerade das umgekehrte Verhältniss in der Gebirgswelt stattfindet, so kann der Kalkstein nicht geschmolzen gewesen sein, er muss sich auf nassem Wege konstituirt haben.

Diese Einrede von N. v. Fuchs hob auf einmal alle die Vortheile wieder auf, welche die Geologen durch das Experiment von Hall errungen zu haben wähnten. Die Verlegenheit war gross; indess auch diesmal half ihnen ein Chemiker und zwar des ersten Ranges aus, nämlich Berzelius*, und abermals war es der Druck, der als Nothhelfer eintreten musste. Fuchs** hatte es nicht schwer, die Einrede von Berzelius vollständig zu entkräften, und Schafhäutl*** lieferte dazu einen weiteren Beitrag. Die Berufung auf das Experiment von Hall ist hier nämlich ganz unzulässig, da es in selbigem blos um die Zersetzung einer einfachen Verbindung von Kalk und Kohlensäure zu thun ist, während es sich in der Deduktion von Fuchs um die Gültigkeit der Gesetze der Wahlverwandtschaft handelt. Nun haben aber alle sorgfältig angestellten Experimente dargethan, dass keine mögliche mechanische Kraft, kein Druck im Stande ist, die Vereinigung zweier chemischer Elemente, die zueinander die stärkste Verwandtschaft haben, und die Ausscheidung eines dritten, welches zu beiden eine geringere Verwandtschaft besitzt, zu verhindern. Es hat zwar Berzelius einen Fall angeführt, dass durch Druck Zersetzungen, welche durch die Wahlverwandtschaft bereits eingeleitet waren, sistirt wurden, allein L. Gmelin's† und Schafhäutl's genaue Wiederholungen dieses Experimentes haben das Gegentheil erwiesen. Aus diesen Versuchen hat sich das Resultat herausgestellt, dass die chemischen Gesetze der Wahlverwandtschaft in ihrer Ausführung zwar durch den Druck erlangsamt, aber keineswegs aufgehoben werden können.

---

* Jahrb. d. Mineralog. 1843. S. 817.

** In einem an mich gerichteten Sendschreiben, das im IX. Kapitel dieses Abschnittes aus der ersten Auflage meines Werkes wörtlich mitgetheilt werden wird.

*** Festrede: die Geologie. S. 62.

† Handb. d. theoret. Chemie I. 1. S. 126. Berzelius lehrt, wenn auf kohlensauren Kalk eine etwas verdünnte Säure gegossen und das Gefäss luftdicht verschlossen wird, so hört, durch den Druck der entwickelten Kohlensäure, die Auflösung nach einer Weile auf und der Kalk wird nicht weiter angegriffen. Gmelin dagegen hat gefunden, dass die Salzsäure den kohlensauren Kalk auch bei einem Drucke zersetzt, bei welchem die Kohlensäure tropfbar flüssig wird. Ferner behauptet Babinet, dass, während Zink bei gewöhnlichem Luftdruck mit verdünnter Schwefelsäure schwefelsaures Zinkoxyd und Wasserstoffgas liefert, diese Zersetzung aufhört, wenn das entwickelte Wasserstoffgas in einem verschlossenen Gefässe einen hinreichenden Druck ausüben kann. Faraday erklärt dagegen, dass bei diesem Drucke die Zersetzung nicht aufhört, sondern nur erlangsamt wird. Dies wird auch durch einen Versuch von Gmelin bestätigt. — Schafhäutl, der das Experiment von Berzelius vielmals wiederholte, kam zu demselben Resultate wie Gmelin, dass nämlich kein Druck solcher Art im Stande ist, Zersetzungen, durch Wahlverwandtschaft eingeleitet, zu verhindern. Bischof [Geolog. II. 2. S. 1025] zählt die Meinung, dass der Druck die chemischen Affinitätsgesetze umändern könne, zu den Traumgebilden.

Das Gesagte wird genügen, um die Wirkungen des Druckes auf ihr gebührendes Maass zurückzuführen und hiemit zugleich der vulkanistischen Theorie eine ihrer Hauptstützen zu entziehen. Jedenfalls hat, wie auch BERZELIUS zugesteht, die neptunistische Theorie vor der plutonistischen den grossen Vorzug voraus, dass sie nicht auf den Druck zu rekurriren braucht, dessen Einfluss auf die Gesteinsbildung — sei es auch nur auf die künstliche — noch gar nicht auf ein Gesetz zurückgeführt werden kann. Indem nach unserer Ansicht die Gebirge an denselben Orten und Stellen, wo sie sich dermalen befinden, entstanden sind, haben wir gar nicht nöthig, übermässige Druckwirkungen vorauszusetzen.

VI. KAPITEL.

Das Centralfeuer.

Indem wir jetzt die Erörterung der Frage nach der Temperatur und Beschaffenheit des Erdinnern, des Erdkernes, in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen wollen, sind wir bei einem Punkte angelangt, über welchen äusserst wenige sichere Erfahrungen vorliegen, deren grosse Lücken und Mängel aber in überreichem Maasse durch die Phantasie ergänzt worden sind. Wir müssen uns schon darauf gefasst machen, dass wir es in diesem Abschnitte mit viel Dichtung, aber wenig Wahrheit zu thun haben werden. *

Es ist aus alten Zeiten her durch den Bergbau bekannt, dass mit der Tiefe der Gruben die Temperatur sich erhöht; ein gleiches Verhalten hat man durch die artesischen Brunnen ermittelt. Man hat hieraus den allgemeinen Schluss gezogen, dass die Wärme nach dem Erdinnern fortwährend anwächst, und aus vielen Messungen als Durchschnittszahl angenommen, dass die Temperatur bei je 100 Fuss Tiefe ohngefähr um 1° C. steigt. Aus dieser Zunahme der Wärme nach dem Innern kann man dann, wenn selbige eine stetige Grösse ist, leicht berechnen, in welcher Tiefe bereits die ganze innere Erdmasse sich im feurigen Flusse befindet, und wie gross die Dicke der festen

* Ich werde mich mit diesem Thema möglichst kurz befassen, weil es kein positives Resultat für die Geogenie liefert, und verweise wegen des Ausführlicheren auf NAUMANN's Geognosie; bezüglich der Kritik aber vor Allem auf SCHAFHÄUTL's Festrede: die Geologie in ihrem Verhältnisse zu den übrigen Naturwissenschaften. München 1843, so wie auf dessen Abhandlung über die neuesten geolog. Hypothesen [Münchn. gel. Anzeig. XX. S. 587], worin er die Nichtigkeit der Annahme eines Centralfeuers überzeugend nachweist.

Erdkruste ist; ferner können daraus noch andere Bestimmungen ermittelt werden.

Um nur einige Beispiele anzuführen, so hat man für den Mittelpunkt der Erde eine Hitze von 238871 C. berechnet, Andere noch weit mehr. Ob dieser enormen Grösse ist aber selbst ein entschiedener Vulkanist, Elie de Beaumont, erschrocken und hat sie, was freilich ein nicht geringer Unterschied ist, auf 3000 bis 4000° ermässigt. Er macht nämlich bemerklich, dass jede Lösung dieser Frage, welche auf Temperaturgrade über 3000 bis 4000 führen würde, einen concreten Unsinn enthielte, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man noch keine Hitze habe erzeugen können, die über diesen äussersten Grad hinausgegangen wäre. Man dürfe sich aber, wie er hinzufügt, nie über die durch die Beobachtung gegebenen Grenzen hinwegsetzen; eine goldene Regel, die leider nur allzu wenig von den Geologen eingehalten worden ist. E. de Beaumont hat sich auf einige andere Berechnungen eingelassen, die wir hier ihrer Merkwürdigkeit wegen noch anführen wollen. Er hat nämlich berechnet, dass, wenn die ganze Erde ursprünglich feuerflüssig gewesen sei und man die Temperatur nur zu 3000° annehme, ein Zeitraum von 98 Millionen Jahren nöthig gewesen wäre, um sie auf ihren jetzigen Wärmegrad herabzubringen. Bis zum völligen Erkalten würde es aber 4 Billionen Jahre brauchen, oder wenn man der nöthigen Korrektionen wegen einige Nullen abzustreichen habe, würden doch noch Millionen von Jahren übrig bleiben. Buffon glaubte, dass dieses Resultat schon binnen 76000 Jahren erreicht sein und dann die lebenden Wesen vor Kälte umkommen würden. Diese Besorgniss ist nun nach den neueren Doktrinen in eine solche Ferne, für die unsere Einbildungskraft kein Maass mehr hat, gerückt worden, dass sie Niemanden besonders schrecken wird. Die Dicke der festen, den feurigflüssigen Kern umgebenden Erdkruste hat E. de Beaumont zu mindestens 45000 Meter berechnet.

Aus diesem Centralfeuer werden nun die wichtigsten geologischen Folgerungen abgeleitet. Zuvörderst ist es ein Beweis, dass sich der Erdball „ursprünglich in einem feurigflüssigen Zustande befunden habe, dass er sich später mit einer Erstarrungskruste bedeckte, welche im Laufe der Zeiten immer dicker wurde, und noch gegenwärtig durch die höchst langsam fortschreitende Erkaltung an Dicke zunimmt, während sie eine grosse feurigflüssige Kugel, wie die Schale einen Kern, umschliesst.“ Dieses Centralfeuer hat durch Eruptionen die Erdkruste gesprengt, aus den unterirdischen Tiefen die Gebirge emporgehoben, und die Spalten mit seinen Massen und Dämpfen in der Form von Gängen angefüllt; mit denselben speist es noch fortwährend die Vulkane, wandelt die kalten Quellen in heisse um, und bewirkt noch andere Erscheinungen, von denen später die Rede sein wird. Die vulkanistische Schule ist von der Richtigkeit dieser Hypothese dermassen überzeugt, dass sie ihr den Werth eines Theorems zugesteht und sie als den Mittelpunkt, als das leitende Prinzip ihrer ganzen Anschauungs-

weise hinstellt. Sie muss also eine Beweiskraft in sich tragen, die jeden Widerspruch siegreich überwinden kann. Wollen wir zusehen, wie es sich damit verhält.

Die Lehre von dem feurigflüssigen Erdkern oder dem Centralfeuer gründet sich auf die Erfahrungen, welche man bezüglich der Temperaturzunahme des Erdinnern in den Bergwerken und an den artesischen Brunnen gemacht, so wie auf die Vermuthungen, welche man hinsichtlich des Ursprungs der heissen Quellen und der Laven aufgestellt hat.

Man hat an verschiedenen Orten Beobachtungen über die Temperaturzunahme in den Bergwerken gemacht, unter denen die in den preussischen und sächsischen Gruben angestellten die zahlreichsten und genauesten sind. Als Resultate haben sich ergeben: 1) dass die Temperatur nach der Tiefe entschieden zunimmt; 2) dass die Temperatur in jeder grösseren Tiefe konstant ist, abgesehen von kleinen, durch Wetterwechsel und Wasserzuflüsse herbeigeführten Schwankungen; 3) dass das Gestein in den unterirdischen Räumen durch die Grubenluft allmählig etwas abgekühlt wird, und dass überhaupt die erkältenden Einflüsse die erwärmenden überwiegen: 4) dass in den preussischen Gruben für 1° Temperaturzunahme die Tiefe ausserordentlich verschieden ist, indem letztere zwischen 48 und 355 Fuss schwankt, und im Mittel 167 F. beträgt, während in den sächsischen Gruben die mittlere Grösse für 1 Temperaturzunahme 129 F. ausmacht; 5) dass in den preussischen Steinkohlengruben die Temperaturzunahme fast doppelt so gross als in den Erzgruben ist; 6) dass alle diese Beobachtungen noch nicht hinreichend sind, um aus ihnen irgend ein Gesetz über die Progression der Wärmezunahme abzuleiten.

Letzteres Resultat ist freilich nicht sehr tröstlich für den zu führenden Beweis, und wird es noch weniger durch die anderwärts gemachten Erfahrungen.

Bei Monte-Massi in Toskana ist im Tertiärgebirge ein Schacht von 1139 F. abgeteuft worden, der im Tiefsten eine Temperatur von 42° C. zeigte, so dass schon auf je 41,7 Tiefe 1° Wärmezunahme erfolgte. Dieser Fall weist die schnellste Temperaturerhöhung nach, denn hier übertrifft sie das Achtfache von der, welche als die langsamste in den preussischen Gruben gefunden wurde.

Auch in hochgelegenen Bergwerken findet eine Temperaturzunahme statt. Man weiss aus den Beobachtungen von v. Humboldt, dass in den mexikanischen Gruben von Quanaxuato, die 4630 F. über dem Meeresspiegel liegen, eine Temperatur von 29°,4 R. herrscht, die also die mittlere des Aequators noch um 7° übersteigt, und dass sogar in der peruanischen Grube del Purgatorio bei einer Höhe von 11,200 F. über dem Meere noch eine Temperatur von 15°,68 besteht. Das Befremdliche ist hiebei, dass so hoch gelegene Gruben, die also dem feurigen Erdkerne viel weiter als die vorhin angeführten abliegen und daher von unten in eben dem Maasse eine viel geringere Erwärmung

erlangen sollten, gleichwohl einen so bedeutend hohen Temperaturgrad in der Tiefe aufzuzeigen haben.

Die im Vorstehenden angeführten Beobachtungen sind in Bergwerken gemacht worden, die in Betrieb stehen, und wo erwiesenermassen durch die Ausdünstung der Menschen, durch Lichter, Sprengung mit Pulver u. s. w. die Temperatur erhöht wurde. Höchst wichtig ist es daher zu erfahren, wie es sich mit solchen Gruben verhält, in denen längere oder kürzere Zeit alle Arbeiten aufgegeben und daher auch der Zutritt von Menschen beseitigt war. Diese Aufgabe hat MOYLE* in England gelöst, indem er aus geraumer Zeit fortgeführten und mit der grössten Vorsicht angestellten Beobachtungen darthat, dass eine regelmässige Wärmezunahme in den Gruben nur dann stattfinde, wenn diese im Betriebe stehen, dass aber, sobald sie aufgelassen werden, ihre Temperatur zur mittlern der Erdoberfläche herabsinke.

So lange nun diese von MOYLE gemachten Beobachtungen durch eine Reihe anderer, ebenfalls in aufgelassenen Gruben angestellten nicht widerlegt werden, so lange ist es auch ein unhaltbares Bemühen, ein Gesetz für die Temperaturzunahme nach dem Erdinnern aus befahrenen Bergwerken, d. h. aus solchen, die durch den bergmännischen Betrieb in ihren Wärmeverhältnissen alterirt werden, ableiten zu wollen. Ein solches Verfahren kann um so weniger gerechtfertigt werden, da sowohl die preussische als die sächsische Kommission, obwohl jede in befahrenen Gruben eine mit der Tiefe steigende Temperaturzunahme nachwies, gleichwohl die Erklärung abgab, dass aus allen diesen Beobachtungen ein Gesetz der Wärmezunahme nicht abzuleiten ist.

Wenn dem so ist, so muss man sich demnach nach einem andern Auskunftsmittel umsehen, und dieses sollen die artesischen Brunnen liefern, von denen versichert wird, dass sie uns ein ganz vorzügliches Mittel zur genauern Erforschung der Temperaturverhältnisse der tiefern Erdschichten gewähren. Im Allgemeinen haben indess diese Brunnen ein ähnliches Resultat geliefert wie die Gruben: Zunahme der Temperatur mit der Tiefe, aber in höchst verschiedenen Graden. So z. B. steigt die Wärme um 1° zu Artern in Thüringen bei 120′ Tiefe, zu Grenelle bei 95′, zu Neusalzwerk bei 92′, zu Mondorf bei 91′, zu la Rochelle bei 60′, zu Neuffen in Würtemberg gar schon bei 34,1 Fuss Tiefe. Letzteres Bohrloch geht 1045′ tief durch die Schichten der Jura- und Liasformation, und zeigt am Grunde eine Wärme von 38,7°; der Bohrpunkt selbst liegt 1095 P. F. über dem Meeresspiegel. Mit Recht nennt NAUMANN „diese ganz exzessive Zunahme der Temperatur eine eben so ausserordentliche als schwer zu erklärende Erscheinung.“

Aber eine noch weit seltsamere Beobachtung hat D'ABBADIE, für dessen Genauigkeit E. DE BEAUMONT garantirt, in der Nähe des

* Vgl. SCHAFHÄUTL a. a. O.

Aequators gemacht. Bei Bahia, unter 8° s. Breite, wo die mittlere Bodentemperatur 27°,25 C. beträgt, fand derselbe in einem Brunnen bei einer Tiefe von 61 Meter nur noch eine Wärme von 24°; es hatte also eine Abnahme derselben um 3 Grade stattgefunden.

Gegenüber diesen Thatsachen, welche in den artesischen Brunnen die grösste Verschiedenartigkeit in den Wärmeverhältnissen der Tiefen kundgeben, können wir es nicht zugestehen, dass sie ein ganz vorzügliches Mittel zur genaueren Erforschung der Temperatur des Erdinnern liefern. Weiss man doch überhaupt über die Herkunft dieser Wasser und über die Kraft, welche sie emportreibt, noch gar nichts Sicheres, und bestehen hierüber die verschiedenartigsten Meinungen.

Mit allen Bohrlöchern und Bergwerken ist man aber noch nicht einmal 2000 Fuss unter die Oberfläche des Meeresspiegels ins Erdinnere eingedrungen und hat als Maximum erst 40° der Temperatur erreicht. Gleichwohl haben die Plutonisten bereits berechnet, dass in einer Tiefe von 45,000 Meter eine Hitze von 3000 bis 4000° herrscht, wie E. de Beaumont will, oder dass, wie Naumann kalkulirt, erst in einer Tiefe von 30, 40 oder mehreren Meilen eine Temperatur von mindestens 2000°, bei welcher Lava noch flüssig bleiben soll, erreicht wird. Wo sind nun aber die Mittelglieder, welche uns von der beobachteten Wärme zu höchstens 40° bis zu der hypothetisch angenommenen von 2000° den Uebergang herstellen? „Freilich finden wir uns hier," wie selbst Naumann einräumt, „von allen direkten Beobachtungen verlassen; hier, wo es sich um Tiefen handelt, zu welchen wir nimmer hinabgelangen können. Aber sendet uns nicht vielleicht die Erde selbst ihre Boten herauf, die Zeugniss ablegen vom Zustande ihres Innern? Ja, sie sendet sie herauf. Denn wohl können wir die an zahllosen Punkten dem Erdinnern entsteigenden heissen Quellen als solche Boten aus der Tiefe betrachten, welche uns die nächst fehlenden Glieder unserer Beobachtungsreihe verschaffen."

Die heissen Quellen sind es also, die uns als solche Boten bezeichnet werden, und da sie, trotz der ausserordentlichen Heftigkeit, mit der sie hervorsprudeln, doch bei ihrem Durchgange durch die oberen kälteren Erdschichten eine gewisse Abkühlung erleiden, dürften manche aus Regionen aufsteigen, in welchen eine Temperatur herrscht, die selbst die des an der Erdoberfläche siedenden Wassers bedeutend übertrifft. „Und so liefern uns denn die heissen Quellen den Beweis, dass die Temperaturzunahme in den Tiefen der Erde wenigstens bis zu der Hitze des siedenden Wassers steigen müsse, welche vielleicht überall in einer Tiefe zwischen 10,000 und 20,000 Fuss erreicht werden würde." — Ganz richtig wird geschlossen, dass, wenn die artesischen Brunnen bei geringerer Tiefe nur laues Wasser liefern, eine ungleich grössere nothwendig ist, um warmes zu Tage zu fördern; vorausgesetzt, was eigentlich aber erst zu beweisen ist, dass das Centralfeuer die einzige Wärmequelle im Erdinnern ausmacht. Das Schlimmste ist nur, dass man über die Tiefe, aus welcher die warmen Quellen aufsteigen, und über die Ursache, der sie

ihre Entstehung verdanken, gar nichts weiss. Jedenfalls ist es wenigstens für den Kalkul ein misslicher Umstand, dass warme Quellen von 25 bis 28° Temperatur in den Kordilleren noch bei der enormen Höhe von 12,000 F. über der Meeresfläche vorkommen.

Indess wenn man auch die warmen Quellen als ein Ergebniss des Centralfeuers betrachtet, so ist man mit ihnen doch erst bei einer Hitze des siedenden Wassers, oder nicht ausserordentlich viel darüber, und bei einer Tiefe von 10 bis 20,000 Fuss angelangt, und immerhin fehlt noch enorm viel, bis wir zu einer Tiefe von 200,000 Fuss oder von 9 Meilen kommen, woselbst wir, wenn die Wärmezunahme dem Gesetze einer arithmetischen Reihe folgt*, die Temperatur von 2000 erreichen, d. h. auf den feurigflüssigen Erdkern oder die geschmolzene Lava stossen würden; denn die Lava ist, wie uns versichert wird, weiter nichts als geschmolzenes Gestein, das dem Schoosse der Erde eben so entsteigt, wie demselben die heissen Quellen. Die Laven, wie sie noch jetzt aus den aktiven Vulkanen ausfliessen, sind demnach ebenfalls Boten, die uns Kunde von dem Erdinnern bringen, und zwar die unmittelbarsten, weil sie ein Theil dieses Erdinnern selbst sind. Und so wären wir denn auf die alte Hypothese von einem Centralfeuer ganz konsequent gelangt, nachdem wir eben so viele Voraussetzungen, als zur Erreichung dieses Zieles sich nöthig machten, statuirt haben. Aber wohl bemerkt, es sind nur Voraussetzungen, die wir in Bezug auf die Entstehung der Laven, wie dies später gezeigt werden wird, eben so wenig theilen können als für die der warmen Quellen. Ehe wir jedoch in unsern Erörterungen weiter vorschreiten, haben wir zuvörderst noch die Wärmeverhältnisse des Meeres, das einen so bedeutenden Theil der Erdoberfläche ausmacht, in Betracht zu ziehen.

Es ist schon seit längerer Zeit her bekannt, dass in Süsswasserseen wie im Meere bezüglich der Temperatur das gegentheilige Verhalten, das uns die Gruben und artesischen Brunnen gezeigt haben, stattfindet, nämlich eine fortschreitende Wärmeabnahme mit der Tiefe. Man hat z. B. nahe am Aequator die Temperatur der Oberfläche des Meeres zu 23 C., in einer Tiefe von 6000 Fuss nur zu $5^5/_8$° gefunden; es ist also abwärts um mehr als 17° erkaltet. Als Grund dieser Erkältung hat man angegeben, dass vom Polarkreise her das kältere Wasser, als das schwerere, gegen das wärmere und daher leichtere des Aequators zuströme, und daher dessen Temperatur in der Tiefe bis zum Dichtigkeitspunkte, der für reines Wasser bei + 4° erreicht wird, für das Meereswasser aber noch tiefer liegt, herabdrücken müsse. Gegen diese Argumentation ist nichts einzuwenden, wenn nämlich der Meeresboden nicht erwärmend wirkt; thut er dies aber, so veranlasst er dieselben Störungen in der Abkühlung, wie sie Wasser

* Nimmt die Temperatur nach unten langsamer zu, so könnte dann ein Tiefe von 30, 40 und mehr Meilen gefordert werden; es kommt bei solchem Kalkul auf geringere oder höhere Werthe nicht sonderlich viel an.

in einem Kessel über einem Wärmeherd erfährt. Und ein solcher Wärmeherd müsste der Meeresboden gemäss der Lehre vom Centralfeuer sein.

Geht nämlich die Erwärmung des Erdinnern von einem glühenden Kerne, dem Centralfeuer aus, so ergiebt sich als einfache Konsequenz, dass die demselben ferner liegenden Punkte, wie die Gebirge, minder, die demselben näher gerückten, wie die Meeresbecken, stärker erhitzt werden. Nun wird aber die grösste Meerestiefe auf 26 bis 27,000 Fuss geschätzt; in solcher Tiefe müsste alsdann nach dem vulkanistischen Kalkul, wornach auf je 100 Fuss 1° Wärmezunahme kommt, auf dem Meeresboden eine Temperatur von 260 bis 270° herrschen, die ihm von unten her, d. h. vom Centralfeuer, zukäme. Bei einer solchen Hitze müsste dann das in beständigem Sieden begriffene Wasser des Meeres nothwendig aufsteigen und den obern Schichten einen ungleich höhern Temperaturgrad mittheilen, als es durchgängig die Beobachtungen ergeben haben. Denn so gut die Polarkälte von oben nach unten abkühlend wirkt, eben so gut und in demselben, oder vielmehr noch höherem Grade müsste das Centralfeuer von unten nach oben erwärmen. Dass es dies nicht thut, ist ein Beweis, dass es gar nicht existirt.

Man hat in neuerer Zeit sehr umfassende Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse des Meeres durch den Kapitän James Clark Ross erhalten. Bekanntlich war es bei der von diesem berühmten Seefahrer befehligten Südpol-Expedition eine Hauptaufgabe, über diese Verhältnisse genaue Untersuchungen anzustellen, wozu er mit den besten Instrumenten ausgerüstet war. Aus einer Menge von Beobachtungen ergab sich ihm aber folgendes merkwürdige Resultat.

Ohngefähr unter dem 56° s. Breite zeigt sich ein Gürtel oder Kreis rings um die Erde, wo die mittlere Temperatur des Meeres von 39°. 5 F. [etwas über 4° C.] durch die ganze Tiefe desselben, von seiner Oberfläche an bis herab zum Boden, ganz gleichmässig gefunden wird. Nordwärts von diesem Kreise ist die Oberfläche des Meeres wärmer als seine mittlere Temperatur, wegen der Sonnenwärme, die es absorbirt hat und die seine Temperatur unter verschiedenen Breiten zu verschiedenen Tiefen erhöht. So wird unter 45° s. Breite die mittlere Temperatur von 39°.5 erst in der Tiefe von 600 Faden erreicht; in der äquatorialen und in den tropischen Regionen stellt sie sich gar erst bei 1200 Faden ein, unterhalb welcher der Ozean (bis zu 1850 Faden reichen die Messungen hinab) seine unveränderte mittlere Temperatur von 39°.5 beibehält, während die der Oberfläche 78° ist. Dagegen sehen wir südwärts jenes erwähnten Kreises, dass, in Ermangelung einer gleichen Sonnenaushülfe, die Wärmeausstrahlung des Ozeans in den Raum veranlasst, dass die Oberfläche des Meeres eine kältere Temperatur hat, so wie wir gegen den Süden vordringen. So z. B. beträgt unter 70° s. Breite die Temperatur der Meeresfläche 30°; man muss aber bis zur Tiefe von 750 Faden hinabsteigen, um die mittlere Temperatur von 39°.5 zu erreichen, welche

von da an bis zu den grössten Tiefen anhält. Aus den zahlreichen Beobachtungen, die auf der Reise des Erebus und Terror gemacht wurden, hat es sich ergeben, dass die mittlere Temperatur des Ozeans ohngefähr 39°.5 F., oder 7½° F. über den Gefrierpunkt des reinen Wassers beträgt, was so nah als möglich der Punkt seiner grössten Dichtigkeit ist.

Daraus zieht Ross den Schluss: „dass die innere Erdwärme keinen Einfluss auf die Temperatur des Ozeans ausübe, denn sonst könnten wir keine Abtheilung desselben finden, in welchem sie von der Oberfläche bis zu der grössten Tiefe, die wir erreichten, gleichförmig wäre.“ Gegen diesen Schluss weiss ich nichts einzuwenden; damit fällt aber auch das Centralfeuer hinweg, denn wäre es vorhanden, so müsste es seinen Einfluss auf das über ihm befindliche Wasser geltend machen. Im Angesicht solcher Thatsachen sehe ich nicht ein, wie die Vertheidiger des Centralfeuers ihre Hypothese noch festhalten könnten, es müsste denn sein, dass sie, wie ihnen schon Parrot gerathen hat, zu der weitern Annahme sich entschliessen würden, dass dasselbe nur unter dem Lande existire.

Wirklich hat man auch zu dieser Annahme gegriffen, und zwar hat es schon Cordier gethan, weil man ausserdem die hohe Temperatur in den Bergwerken der Gebirge und die kalte des Meeresbodens und der Pole mit der Theorie vom Centralfeuer schlechterdings nicht hätte in Einklang bringen können. Man hat daher angenommen, dass die Dicke der Erdkruste in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist und also die Innenfläche derselben dem feurigflüssigen Kerne abwechselnd bedeutende Erhöhungen und Vertiefungen zukehre, und dass in den Aequatorialgegenden, wegen der stärkern Centrifugalkraft und Sonnenwärme, eine geringere Dicke der Erde als unter den Polen erwartet werden dürfte. Indess lassen sich, wie selbst Naumann zugesteht, „der Natur der Sache nach, über alle diese Verhältnisse nur mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothesen aufstellen“; und eine nähere Prüfung wird zeigen, dass nicht einmal dieser geringe Grad der Sicherheit ihnen zuerkannt werden kann.

Man braucht deshalb nur die Verhältnisse der Wärmeausstrahlung der Gebirge mit denen des Flachlandes zu vergleichen. Die tägliche Erfahrung belehrt uns schon, dass ein erhitzter Körper um so schneller abkühlt, je grösser im Verhältniss zur Masse seine Oberfläche ist. In einem weit ausgedehnten Flachlande ohne hohe Berge und tiefe Thäler kann die Ausgleichung der innern mit der äussern Temperatur hauptsächlich nur durch eine Fläche, durch die Oberfläche, erfolgen. Im Hochgebirge dagegen, welches durch Längs- und Querthäler durchschnitten ist, und wo die einzelnen Berge selbst wieder durch Klüfte aufs vielfachste gespalten sind, sind von allen Seiten und selbst noch im Innern der Massen eine Menge Flächen den Temperaturausgleichungen dargeboten. War deshalb die Erde einst eine Feuerkugel, die sich abkühlte, so musste die Abkühlung am schnellsten und intensivsten in den Hochgebirgen vor sich gehen, und als nothwendige

Folge in ihnen die erstarrte Kruste eine weit grössere Mächtigkeit als im Flachlande erlangen. Diese musste um so beträchtlicher werden, da nach Eintritt der gegenwärtigen klimatischen Verhältnisse die Sonnenwärme auf die Temperatur der Hochgebirge einen weit geringeren Einfluss als auf die der Tiefländer ausübte, so dass demnach die Erdkruste, wenn sie aus der Abkühlung des schmelzflüssigen Erdballs entstanden ist, nothwendig in ihren Erhöhungen dicker, in ihren Vertiefungen dünner wäre, also gerade das Gegentheil von dem, was die Vulkanisten voraussetzen, stattgefunden hätte.

Was die Aequatorialgegenden anbelangt, so lassen für diese allerdings, wie schon angeführt, einige Vulkanisten eine dünnere Erdkruste zu, weil sie zur Zeit damit in keinen Widerspruch mit ihrer Theorie gerathen; dagegen für die Polargegenden und Meeresbecken müssen sie eine dickere als am Aequator postuliren, weil es sonst um das Centralfeuer geschehen ist.

Bekanntlich sind die Polargegenden mit ewigem Eise bedeckt und in grosse Tiefen hinab ist der Boden für immer gefroren. Selbst bei Jakutz, welches doch nur unter 62°n. Breite liegt, hat man mit einem Schachte bei 382 engl. Fuss die gefrorene Erdschichte noch nicht durchsunken, und man erwartet, dass dies erst bei 600 F. stattfinden dürfte. Man kann hieraus schliessen, dass unter den Polen selbst der ewige Frost bis zu einer höchst beträchtlichen Tiefe hinabreichen wird. Dies ist jedoch ein sehr befremdliches Verhalten, indem die Pole dem feurigen Erdkern um dritthalb Meilen näher liegen als der Aequator, daher vom Centralfeuer nach dem Kalkul eine Hitze erlangen sollten, in der kein Metall, dessen Schmelzpunkt unter dem des Zinks liegt, sich im festen Zustande erhalten könnte; statt dessen herrscht daselbst bis in grosse Tiefen hinab ewiger Frost.

Man hat von vulkanistischer Seite diesen Umstand ganz leicht mit der Entgegnung abgefertigt, dass bei grösserer Kälte ein heisser Körper schneller erkaltet als bei geringerer, und deshalb an den Polen die Abkühlung und Erstarrung schneller erfolgen, damit aber auch die Erdkruste dicker und mithin die Oberfläche der Polargegenden weiter vom geschmolzenen Erdkern abgerückt werden musste als die der Aequatorialgegenden.

Gegen den Vordersatz dieser Einwendung, dass bei grösserer Kälte die Erstarrung eines heissen Körpers schneller vor sich geht als bei geringerer, ist natürlich nichts einzuwenden; er ist aller Welt offenkundig. Dagegen ist der Nachsatz mit seiner Voraussetzung und seinen Schlussfolgerungen durchaus zu beanstanden. Zur Erklärung der Polarkälte darf man nicht von der dermaligen Beschaffenheit der Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche ausgehen, sondern von ihrer ursprünglichen. War die Erde aber in ihrem Uranfange eine Feuerkugel, so hatte ihre Oberfläche allenthalben eine gleiche Gluthhitze, und auch dann, als sie sich abzukühlen und eine Dampfatmosphäre um sich zu bilden anfing, herrschte in dieser ebenfalls anfänglich allenthalben eine enorme Hitze, unter den Polen so gut als unter dem

Aequator. Und wenn dann die Erkältung an der Oberfläche weiter fortschritt, so müssen denn doch, wie vorhin gezeigt, die dem glühenden Erdkerne ferner liegenden Punkte schneller erstarrt sein als die demselben näher gerückten, und wenn dann auch zuletzt die Pole in die ungünstige Stellung zur Sonne geriethen, in der sie sich jetzt noch befinden, so ist denn doch nicht abzusehen, wie bei der von unten ihnen zuströmenden ungeheuren Hitze, die sie ihrer günstigeren Stellung zum gluthheissen Erdkerne verdankten, sie gleichwohl in eine totale Erstarrung, die tief unter ihre Oberfläche hinabreicht, gerathen konnten, da die erwärmenden Einflüsse gegen die erkaltenden im entschiedenen Uebergewicht sich befanden.

Was von den abgeplatteten Polen gilt, hat auch für die Einsenkungen, welche das Meeresbecken bilden, seine volle Gültigkeit. Um daher die Theorie vom Centralfeuer halten zu können, musste man zu einem andern Postulat greifen, dass nämlich der glühende Erdkern — trotz seiner Flüssigkeit — nicht eine Kugel, sondern in seinen Umrissen ein Abbild der Konturen der festen Erdoberfläche darstelle, und nicht blos dies, sondern dass er auch bei den Bodeneinsenkungen sogar über die Norm sich eingezogen, in den Gebirgen dagegen sich ausgestreckt habe. Wie versichert wird *, finden unter solchen Umständen die Gesetze der Erkaltung keine Anwendung, und warum nicht: „denn dann könnte man im Innern eines Berges nie eine höhere Temperatur antreffen als an der Basis.“ Man sieht, dass immer neue und zugleich immer haltlosere Hülfshypothesen ersonnen werden müssen, wenn nun einmal eine grundirrige Hypothese, wie die vom Centralfeuer, schlechterdings aufrecht erhalten werden soll.

Sehen wir noch einmal mit einem prüfenden Blicke zurück auf die Anhaltspunkte, welche zur Begründung der Lehre vom Centralfeuer gedient haben. Man ist ausgegangen von den Erfahrungen in den Bergwerken und in den artesischen Brunnen, und hat allerdings in der Regel gefunden, dass die Wärme mit der Tiefe wächst. Man hat hiebei aber die von Moyle gemachten Erfahrungen, dass aufgelassene Gruben wieder zur mittleren Temperatur der Erdoberfläche zurückkehren, nicht gewürdigt; man hat sich auch dadurch nicht beirren lassen, dass die Zunahme nach den verschiedensten Gradationen erfolgt, und dass hierauf die Höhe über dem Meere keinen Einfluss ausübt, so dass selbst in Gruben, die fünfthalb tausend Fuss über dem Meeresspiegel liegen, eine Temperatur besteht, welche die mittlere des Aequators übersteigt. Eben so wenig hat man sich beirren lassen, dass an den Polen, trotz ihrer grössern Annäherung an das Centralfeuer, ewiges Eis herrscht und dass der Meeresboden kalt ist; man hat sich mit der Annahme geholfen, dass unter solchen Umständen die Gesetze der Erkaltung suspendirt sind. Indess mit den Bergwerken und artesischen Brunnen hat man gleichwohl nicht mehr als 40° Wärme und eine Tiefe von noch nicht 2000 Fuss unter dem Meeres-

* Bischof's Wärmelehre der Erde. S. 176.

spiegel erreicht, und die Oberfläche des glühenden Erdkerns mit einer Hitze von 2 bis 4000° soll, nach dem Kalkul, erst in einer Tiefe von 9 oder mehr Meilen getroffen werden. Zur Ausfüllung dieser enormen Lücken in der Beobachtung hat man sich weiter auf die heissen Quellen und auf die flüssigen Laven berufen, also auf Erscheinungen, die durchaus als lokale auftreten und dem grössten Theile der Erdveste fremd sind, und von denen überdies ihre Entstehungsweise gar nicht ermittelt ist, im Gegentheil hierüber unter den Naturforschern die grösste Meinungsverschiedenheit herrscht, so dass, während die Einen sie dem allgemeinen Centralfeuer zuschreiben, die Andern sie auf Rechnung lokaler chemischer und physikalischer Prozesse bringen, und zu dieser Annahme mehr Berechtigung haben als jene.

Es ist aber bei diesem Kalkul noch ein anderer Gesichtspunkt wohl zu beachten. Man hat bei der Berechnung der Wärmezunahme im Erdinnern von der ganzen Reihe blos die allerersten Glieder, und auch diese nur mit grosser Unsicherheit, durch Beobachtungen bestimmen können, bei den ferneren unbekannten aber die Voraussetzung zugelassen, dass solche mit den beobachteten Gliedern nach demselben Gesetze fortschreiten. Nun ist es aber bekannt, wie bei physikalischen Erscheinungen es ein nicht seltner Fall ist, dass sie nur bis zu einem Maximum vorangehen, dann aber von da aus wieder abnehmen oder doch wenigstens stehen bleiben. * Kein Grund liegt vor, für die Wärmezunahme eine ununterbrochene Progression mit Nothwendigkeit vorauszusetzen; es kann eben so gut, wie Ampère annimmt, das Gegentheil stattfinden, und die ganze Hypothese, selbst wenn die Beobachtungen, auf welche sie fusst, beweiskräftiger wären, als sie es sind, kann schon deshalb keine Sicherheit gewähren, und eine exakte Methode wird ihr kein Vertrauen schenken.

Was wir Sicheres über die Temperaturzunahme des Erdinnern wissen, besteht lediglich in den Erfahrungen, die über die im Betriebe stehenden Bergwerke und über die artesischen Brunnen gemacht worden sind, wornach allerdings im Allgemeinen mit der grösseren Tiefe auch eine grössere Wärme eintritt. Es fragt sich nur, welche Ursache es sein wird, die diese Erwärmung hervorbringt. Als Wärmequellen überhaupt lassen sich verschiedene bezeichnen: die Sonne, der gewöhnliche Verbrennungsprozess, die Reibung, der Druck, mehrfache andere chemische und physikalische Vorgänge, durch welche intensive Hitzegrade, selbst Feuererscheinungen herbeigeführt werden können. Die vulkanistischen Geologen haben als Ursache die Gluthhitze des geschmolzenen Erdkerns gewählt; indess so einfach es erscheint, dass von diesem aus gegen die Peripherie der Erde hin eine steigende Abnahme, oder in umgekehrter Richtung eine steigende Zunahme der Temperatur erfolgen muss, haben wir doch vorhin sowohl die Wider-

---

* So z. B. folgen die Dämpfe bei einer starken Verdichtung nicht mehr dem Mariotte'schen Gesetze. Die Deklinationsabweichungen der Magnetnadel gehen bis zu einem gewissen Punkte vor und werden dann rückläufig.

sprüche aufgezeigt, auf welche eine solche Annahme stösst, als auch den Mangel an Berechtigung, aus wenigen, nur die äusserste Erdkruste berührenden und unter sich nicht einmal zusammenstimmenden Gliedern einer Beobachtungsreihe ohne Weiteres vermittelst eines ungeheuren Sprunges auf den Erdkern gelangen zu wollen, um dann den hypothetisch angenommenen Zustand desselben mit gleicher Willkührlichkeit, ohne vermittelnde Zwischenglieder, für den ursprünglichen des ganzen Erdkörpers auszugeben. Hiemit ist aber der Weg vorsichtiger Induktion ganz verlassen und die Resultate, die auf solche Weise gefunden worden, sind dann freilich von einer Art, dass zu ihrer Annahme ein starker Autoritätsglaube erforderlich ist.

Dass man aber selbst bei der Voraussetzung eines ursprünglich feurigflüssigen Zustandes des Erdballs gleichwohl nicht zu der Annahme eines annoch vorhandenen glühenden Erdkernes seine Zuflucht nehmen müsse, hat der grosse Mathematiker Poisson zu zeigen versucht. Er geht hiebei von zwei Annahmen aus. Die erste besteht darin, dass der schmelzflüssige Erdball nicht von der Oberfläche aus, wie die plutonistischen Geologen statuiren, sondern vom Mittelpunkte aus erstarrt ist. Von der Oberfläche aus könne die Erkältung nicht erfolgt sein, weil die erkalteten Theile jedesmal in die Tiefe gesunken wären, und der ausserordentliche Druck, der auf den innersten Massen lastete, diese weit früher in Erstarrung versetzen musste. Der Erdkörper hat sich also von innen nach aussen abgekühlt und konnte nach der völligen Erstarrung seine anfängliche Temperatur ganz verloren haben, so dass man sich zur Erklärung der jetzigen Wärmezunahme nach der Tiefe um eine andere Ursache umzusehen hat. Dadurch kommt Poisson auf die zweite Annahme. Da unser Sonnensystem im Laufe der Zeiten sich durch verschiedene Regionen des Weltraumes bewegt, so brauche man, um die dermaligen Temperaturverhältnisse zu erklären, nur anzunehmen, dass die Erde vor der gegenwärtigen Periode Jahrtausende lang durch sehr heisse Regionen gewandert sei und deren Temperatur allmählig sich angeeignet habe, während sie jetzt sehr kalte passirt* und daher im Erkalten von der Oberfläche nach dem Mittelpunkt begriffen ist. Wird dereinst die Erde nach Jahrtausenden bis zu grossen Tiefen abgekühlt sein, und durchwandert sie hierauf von Neuem wärmere Regionen, so nimmt sie von der Oberfläche her wieder Wärme ein, und die in diesen fernen Zeiten lebenden Geologen und Physiker werden dann mit Erstaunen die Wahrnehmung machen, dass die Erde nach innen an Wärme abnimmt.

Obwohl ich mit Naumann gerne bekenne, dass der Ansicht von Poisson eine so grossartige Weltanschauung zu Grunde liegt, dass man sich in mancher Hinsicht von ihr angezogen fühlt, so vermag ich es doch so wenig als jener berühmte Geognost mir dieselbe anzueignen,

---

* Die Temperatur des Weltraumes wird zu — 50° C. und selbst noch darunter angenommen.

wenigstens insofern nicht, als sie ebenfalls von der Annahme eines ursprünglich feuerflüssigen Zustandes der Erde ausgeht.

Erstlich hat Laplace durch den Kalkül mit einer Evidenz, die jeden Zweifel ausschliesst, nachgewiesen, dass wenigstens seit zweitausend Jahren die Erde so viel als gar nicht eine Abkühlung erlitten hat. Hiemit fällt aber nicht blos die Annahme von einer messbaren Abkühlung unsers Planeten über den Haufen, sondern die ganze Lehre von dem ursprünglich schmelzflüssigen Zustande und der allmähligen Erstarrung desselben hat gar keinen Haltpunkt mehr. Der seit zwei Jahrtausenden bestehende Zustand giebt jedenfalls ein grösseres Recht, ihn für den ursprünglichen zu nehmen, als die gegentheilige Annahme, dass vor jenem Zustande immerhin eine exzessive Abkühlung vor sich gegangen sein könne. Dann muss man freilich zu den Millionen von Jahren greifen, deren am Eingange dieses Abschnittes gedacht wurde, und die einerseits imponiren mögen, andererseits aber auch Befremden erregen, warum so ungeheure Zeiträume in der Entwickelung der Erde verfliessen mussten, bevor sie zur Aufnahme ihres Gipfel-und Zielpunktes, des Menschen, bereit war.

Fürs Andere hat die Erfahrung und vor Allem Daniell's mit aller Umsicht ausgeführten Versuche bewiesen, dass, so lange die Temperatur einer feuerflüssigen, durch keine äusseren Zuflüsse gestörten Masse nicht durchaus dem Erstarrungspunkte nahe gebracht sei, eine Erstarrung auf der Oberfläche nicht erfolgen könne. Es sind, wie Schafhäutl bemerklich macht, die Gesetze der Hydrostatik, welche lehren, dass bei einer nach dem Mittelpunkte zunehmenden Hitze, die schon in der Tiefe von 4½ Meilen Eisen flüssig erhält, an eine starre Kruste auf diesem flüssigen Eisen gar nicht gedacht werden könne. Dies wird durch Experimente bekräftigt, die unter den mannigfaltigsten Umständen wiederholt worden sind.* Wir haben also einen unum-

* So hat man, wie Schafhäutl [Münchn. gel. Anzeig. XX. S. 587] weiter fortfährt, zum Beweise der Feuerflüssigkeit des Erdinnern und der wachsenden Hitze nach dem Mittelpunkt zu, kein Bedenken getragen, flüssiges Gusseisen anzuführen, das trotz seiner Flüssigkeit mit einer starren Schlackenschichte überzogen sei — hat aber eben vergessen, dass, wenn man die Hitze des dem Erstarren nahen Gusseisens nur um einige Grade steigern wollte, die starre Schlacke sogleich wieder in Fluss gerathen würde, und dass also zwischen einer dem Erstarren nahen Flüssigkeit des angeführten Gusseisens und einer Gluth, die den Schmelzpunkt des Metalles mehrere hundertmal übersteigt, keine Analogie herrsche; dass eben dieses Experiment beweise, wie an eine Zunahme der Wärme nach dem Centrum zu, von der Feuerflüssigkeit des Erdkernes herrührend, so lange er mit einer so dicken starren Kruste überzogen ist, nicht zu denken sei. So hat Petzholdt an eine Anordnung der feuerflüssigen Metalle nach ihrem spezifischen Gewichte gedacht, wodurch alle Strömungen aufgehoben würden, während in einer progressiv nach dem Mittelpunkte zu wachsenden Hitze an eine ruhige Absonderung der Metalle nach ihrem spezifischen Gewichte nicht mehr gedacht werden kann, sobald die geschmolzenen Metalle nur einige Grade über ihren Schmelzpunkt erhitzt worden sind, was um so mehr der Fall sein muss, wenn sie gasförmig zu werden anfangen. So wird ferner angenommen, dieser Schmelzpunkt der Metalle sinke mit dem wachsenden Drucke, dem die Metalle ausgesetzt sind. Kein Experiment der Art hat je auf so ein Gesetz hingedeutet, ja alle gegenwärtigen Erfahrungen haben gerade das Entgegengesetzte gelehrt, dass der Ausdehnung der Körper durch Wärme keine physische Kraft entgegen zu wirken vermöge.

stösslichen Erfahrungssatz, der klar darthut, dass die Erde, physikalischen Gesetzen zufolge, wenn feuerflüssig in ihrem Innern, niemals mit einer kalten Kruste bedeckt sein könnte.

Zum Dritten können wir die Hypothese von einem Centralfeuer nicht gelten lassen, weil sowohl SCHAFHÄUTL als BISCHOF darauf aufmerksam gemacht haben, dass, wenn die Erde, wie es jetzt die allgemeine Annahme der Plutonisten ist, ursprünglich eine Nebelmasse war, die durch Verdichtung in Selbstentzündung gerieth und dann in einen gluthflüssigen Kern und eine starre Kruste sich ausschied, alsbald in ihrem eignen Feuer sich hätte flüssig machen müssen, und dass es demnach zu einer ständigen Konsolidirung des Erdballs gar nicht gekommen wäre. Davon mehr bei der Erörterung der Theorien von der Erdbildung.

Einen vierten Grund geben die an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche angestellten Versuche mit den Pendelschwingungen ab, aus welchen sich eine grosse Ungleichheit in der Dichtigkeit der Erde herausstellte, so dass insbesondere für die südliche Erdhälfte eine weit grössere als für die nördliche nachgewiesen wurde. Eine solche Ungleichheit in der Dichte unsers Planeten hätte aber nicht erfolgen können, wenn derselbe aus einem schmelzflüssigen Zustande sich herausgebildet hätte; ein Planet von so ungleicher Dichtigkeit und so unregelmässiger Form konnte sich anfangs höchstens in einem Zustande der Erweichung befunden haben.

Schliesslich sprechen gegen einen feuerflüssigen Erdkern auch ganz entschieden die Verhältnisse des Erdmagnetismus. Wie man sich nämlich die Beschaffenheit des Erdkernes denken möge, jedenfalls muss sie als eine feste kompakte genommen werden, denn bei einem feuerflüssigen Zustande könnte er nicht Träger des Erdmagnetismus sein, weil ein Magnet schon in der Rothglühhitze seinen Magnetismus vollständig verliert. Einer unserer bedeutendsten Astronomen und Physiker, LAMONT *, der sich seit geraumer Zeit mit Untersuchungen über den Erdmagnetismus befasst, spricht bezüglich desselben folgende Vorstellung aus: „die Erde besteht aus einem kugelförmigen, kompakten, magnetischen Kern mit mehr oder minder beträchtlichen Erhöhungen, dann aus einem dünnen Ueberzuge von lockerem Gefüge, grössern und kleinern Felsstücken und fein zertheilten Substanzen, deren nähere Charakterisirung in den Bereich der Geologie gehört.“ — Also auch von einem ganz andern Gebiete der Wissenschaft her, von dem des Erdmagnetismus, erhebt sich ein unabweisbarer Protest gegen die Annahme eines schmelzflüssigen Erdkerns.**

* Münchn. gel. Anzeig. XL. S. 73.

** Nach dem berühmten Physiker W. WEBER würde eine, im Mittelpunkte der Erde befindliche Kugel von glasharten Stahl bei der kräftigsten Magnetisirung von einem Halbmesser von 119 Meilen die Erscheinungen des Magnetismus an der Erdoberfläche zu bewirken im Stande sein. Da jedoch im Centrum der Erde weder glasharter Stahl, noch vollkommene Magnetisirung erwartet werden kann, so muss ein sehr viel grösserer fester Erdkern angenommen werden, um den Magnetismus der Erdoberfläche zu erklären. Wo hat dann aber das Centralfeuer seinen Sitz?

Indem wir demnach die Theorie vom Centralfeuer als unhaltbar zurückweisen, gleichwohl nicht geläugnet werden kann, dass wirklich — so weit unsere Beobachtungen reichen — in der Erdkruste ein von dem Sonneneinflusse unabhängiger Wärmeschatz sich zeigt, der in der Regel mit der Tiefe, wenn auch in höchst verschiedenen Gradationen, sich zu steigern scheint, so möchte man allerdings gern die Ursache, welche ihn erzeugt und die nicht im glühenden Erdkern gesucht werden kann, ausfindig machen. Freilich haben wir es hier mit Regionen zu thun, die für alle Zeiten sich unserer direkten Beobachtung entziehen; will man sich daher überhaupt einer Interpretation der Wärmeverhältnisse des Erdinnern nicht ganz entschlagen, so dürfen Muthmassungen nur mit grösster Vorsicht und blos in den allgemeinsten Umrissen gewagt werden.

Zunächst ist es der Chemismus, von dem wir wissen, dass er als eine sehr allgemeine und mitunter höchst intensive Wärmequelle auftritt. Bei jeder chemischen Verbindung oder Zersetzung wird Wärme frei, die mitunter bis zur Gluth sich steigern und elektrische Erscheinungen hervorrufen kann. Es liegt demnach die Annahme ganz nahe, dass in dem Erdinnern gewaltige chemische Prozesse vor sich gehen, welche fortwährend Wärme nach den verschiedensten Gradationen entwickeln. Indess von dem Chemismus des Erdinnern wollen die Vulkanisten und Plutonisten nichts wissen, denn sonst hätte man das Centralfeuer nicht nothwendig gehabt. Man suchte also durch chemische Experimente selbst zu beweisen, dass auf diesem Wege nicht einmal so viel Wärme erzeugt werden könnte, als nur die Quellen mittlerer Temperatur zu Tage bringen, und diese Versuche werden jetzt von den Geologen allenthalben angeführt, um dem Chemismus keinen Einfluss auf die Wärme des Erdinnern einzuräumen.

Ganz anders urtheilt ein bewährter Chemiker, Schafhäutl *, über die Tragweite dieser Versuche. „Aus zwei kleinen, sage aus 2 Experimenten Bischofs", äussert er sich, „im kleinsten Maassstabe ohne alle weitere Berücksichtigung angestellt und ausgeführt, um nur sagen zu können, dass überhaupt Experimente gemacht worden seien, aus 2 solchen Experimenten, die sich kaum für den Experimentirtisch vor einem gemischten Publikum eignen, glaubte man bewiesen zu haben, glaubte unwidersprechlich dargethan zu haben, dass chemische Prozesse der Auflösung und Verbindung, dass Reibung, Kompression, Zertheilung oder Verflüchtigung und Kondensirung im Innern des ungeheuren Erdganzen nicht im Stande sein könnten, das Wasser einiger Quellen bis über die mittlere Temperatur der Erde zu erheben."

Obwohl auf der Behauptung bestanden werden muss, dass die chemischen Kräfte der Natur in Bezug auf Verbindung und Trennung zu allen Zeiten unveränderlich dieselben sind, so ist es doch ebenfalls gewiss, dass mit der Zunahme der Massen die mit diesen Prozessen zugleich eintretenden Entwicklungen von Wärme, Licht und Elektricität

* Festrede S. 30.

mitunter in einer Weise sich steigern, an die man bei kleinen Quantitäten gar nicht denken darf. Gebrannter Kalk mit Wasser übergossen erregt in kleinen Mengen nur eine mässige Hitze; in grossen Massen steigert sie sich bis zur Glühhitze. Feuchtes Heu, in grossen Haufen aufgethürmt, kann eine Selbstentzündung veranlassen, die Scheuren verzehrt. Die bedeutende Wärmeentwickelung, die grosse Stöcke von Schwefelkies bei ihrer Zersetzung zeigen, ist ebenfalls eine bekannte Thatsache.

Wir können daher nicht bezweifeln, dass mit den mannigfaltigen chemischen und physikalischen Prozessen, die im Erdinnern vor sich gehen, eine fortwährende Wärmequelle gegeben ist. Schon das durch alle Klüfte und Ritzen der Erdkruste durchsickernde Wasser kommt mit einer Menge Stoffe in Berührung, mit welchen es chemische Prozesse einleitet und dadurch Wärme entwickeln wird. Von diesen unterirdischen Vorgängen geben uns die mineralischen und heissen Quellen, so wie die Erdbeben und Vulkane mit ihren Produkten eine Probe, denn diese alle können wir nicht als Wirkungen einer und derselben Ursache, am wenigsten als eine solche des Centralfeuers, das wir als nicht existirend betrachten, erklären. Man muss nur nicht glauben, dass die Erde ein *caput mortuum* ist, das lediglich noch von allgemeinen physikalischen Agentien bearbeitet wird, sondern dass eine fortwährende chemische Thätigkeit, ein Zersetzen und Verbinden von Stoffen und andere Aenderungen derselben beständig in ihr fortgehen. Ein organisches Leben hat allerdings der Erdball nicht, es sind falsche Begriffsübertragungen, wenn man ihm ein solches zuschreibt; aber ein ewiges Spiel chemischer und physikalischer Aktionen geht in seinem Innern, auf seiner Oberfläche und in seiner Atmosphäre vor, durch welche Wärme entwickelt oder gebunden wird. Die Naturkräfte, durch deren Wirken einst die ungestaltete Erdmasse in mannigfache Gestaltungen sich gliederte, sind noch nicht erloschen, und die Metamorphosen, die letztere in den unserer Beobachtung zugänglichen Theilen der Erdkruste seitdem erlitten haben und noch fortwährend erleiden, und die dermalen ein Hauptstudium der Chemiker und Mineralogen ausmachen, sind sprechende Beweise für die ununterbrochene Thätigkeit dieser Kräfte.

Wenn wir aber auch dem Chemismus ausreichende Macht zur Erwärmung des Erdinnern zutrauen dürfen, so ist damit gleichwohl noch nicht die Wärmezunahme mit der Tiefe erklärt; vorausgesetzt nämlich, dass eine solche Progression, wenn auch nur bis zu einer gewissen Grenze, als sicher begründet sich herausstellen sollte. Es ist nicht zu läugnen, dass die Lehre vom Centralfeuer dadurch sehr annehmlich erscheint, dass sich aus ihr im Allgemeinen die Wärmeprogression nach dem Innern leicht ableiten lässt; allein da wir durch gewichtige Gründe überführt sind, dass ein feurigflüssiger Erdkern nicht existirt, so ist zur Erklärung des fraglichen Phänomens eine Berufung auf denselben ganz vergeblich. Ein angesehener Physiker, Prechtel *,

* Jahrbücher des polytechn. Institutes in Wien. III. 1822. S. 1—40.

hatte versucht den Grund der Wärmezunahme aus der durch den Druck herbeigeführten Verdichtigung der untern Luftschichten und ihrer im Verhältniss dieser Zusammendrückung zunehmenden Erwärmung herzuleiten, wobei er dann noch weiter Rücksicht nahm auf das, was vorgehen würde, wenn in einen tiefen Schacht oder Erdspalte Luft, zugleich mit Wasserdämpfen gemischt, eindringt. Als Resultat hat er ausgesprochen, dass von der Erdoberfläche bis zu den grössten Tiefen eine ungeheure Quantität von Wärme wie in einen Feuerherd hinab und zusammengeleitet werden könne. Diese Ansicht hat jedoch Beanstandungen erfahren, und seitdem mir mein hochgeehrter Kollege, Konservator LAMONT, auf dessen vollgewichtiges Votum ich provozirte, die Erklärung abgegeben hat: „gegen die PRECHTEL'sche Theorie sind so viele und so gewichtige Einwendungen zu machen, dass es nach meiner Ansicht unbedingt nothwendig ist, sie gänzlich fallen zu lassen", habe ich letzteren Rath auch sogleich befolgt.

Indem ich mich demnach weder auf eine von innen, vom Centralfeuer, noch auf eine von aussen, von der Atmosphäre ausgehende Ursache zur Erklärung der Wärmezunahme des Erdinnern berufen kann, muss ich allerdings eingestehen, dass ich dann überhaupt keinen Grund für diese Erscheinung anzugeben vermag. Dieses Geständniss kann aber um so weniger etwas Befremdliches haben, da, wie die bisherigen ungenügenden Erklärungen es beweisen, die Wärmeverhältnisse des Erdinnern noch viel zu wenig bekannt, und insbesondere die namhaften Widersprüche, die gegen die aufgestellte allgemeine Regel von der Wärmeprogression thatsächlich vorliegen, durchaus nicht gehoben sind. Jedenfalls muss der Thatbestand vielseitiger ermittelt und alle konträren Erscheinungen sorgfältiger erforscht werden als es bisher geschehen ist, bevor man hoffen darf, einige Einsicht in den Grund und Zusammenhang der Wärmeverhältnisse des Erdinnern zu gewinnen, wenn anders die Schwierigkeit, sichere Beobachtungen aus den Regionen der Unterwelt zu erlangen, nicht ein für alle Zeiten unübersteigliches Hinderniss entgegen stellt.

Wie die Sachen jetzt liegen, können wir — unter der Voraussetzung, dass die Einreden von MOYLE sich späterhin noch werden ausgleichen lassen — auf Grund von Beobachtungen höchstens so viel einräumen, dass im Allgemeinen die Wärme von der Erdoberfläche gegen ihren Kern hin zunimmt, dagegen müssen wir die Hypothese, dass diese Zunahme der Art ist, dass der Kern in einem feuerflüssigen Zustande sich befindet, mit aller Entschiedenheit abweisen, weil die vorliegenden Beobachtungen zu einer solchen Folgerung keine Berechtigung darbieten, zum Theil sogar im Widerspruche mit ihr stehen. Nimmt aber die Wärme nach dem Erdinnern zu, so muss allerdings der Kern beträchtlich wärmer sein als die äussere Kruste, aber ein fester kompakter Zustand ist für ihn nothwendige Bedingung. So viel lässt sich aus den bisherigen Erfahrungen über die Temperaturverhältnisse des Erdinnern schliessen, aber auch nicht mehr. Fragt man uns dann weiter nach dem Grunde der Wärmezunahme,

so haben wir zu bekennen, dass die bisherigen Beobachtungen schlechterdings nicht ausreichend sind, um hierauf mit irgend einer Sicherheit eine Antwort zu geben. Ob der Grund in elektrochemischen Prozessen des Erdinnern, wie wir vorhin andeuteten, oder in der Annahme POISSONS zu suchen ist, dass nämlich die Erde in frühern Zeiten durch heisse Regionen im Weltraume wanderte und dadurch eine grosse Quantität Wärme in ihrem Kerne ansammelte, dies sind Hypothesen, denen die Möglichkeit der Realität nicht abgesprochen werden kann, die aber alles sichern Haltpunktes an der Beobachtung entbehren. Bei solcher völligen Ungewissheit über die Temperaturverhältnisse des Erdinnern gleichwohl die Hypothese vom Centralfeuer als ein wissenschaftlich begründetes Theorem festhalten zu wollen, zeugt nur von der Verlegenheit, in welcher sich die Vulkanisten ohne eine solche Fiktion mit ihrer Theorie der Gebirgsbildung befinden würden.

VII. KAPITEL.

Die Hebungstheorie.

> Je mehr man kennt, je mehr man weiss,
> Erkennt man, Alles dreht im Kreis,
> Erst lehrt man jenes, lehrt man dies,
> Nun aber waltet ganz gewiss
> Im innern Erdenspatium
> Pyro - Hydrophylacium,
> Damits der Erden Oberfläche
> An Feuer und Wasser nicht gebreche.
> Wo käme denn ein Ding sonst her,
> Wenn es nicht schon längst fertig wär?
> So ist denn, eh man sich's versah,
> Der Pater Kircher wieder da.
> Will mich jedoch des Worts nicht schämen:
> Wir tasten ewig in Problemen.
>
> GOETHE.

Es scheint nicht wenig vermessen zu sein, die Lehre von der Emporhebung der Gebirge aus unterirdischen Tiefen in ihre dermalige Situation nicht unbedingt annehmen zu wollen, da in den letzten Dezennien die grössten Meister in der Geologie einstimmig sich zu ihren Gunsten ausgesprochen und sie als ein ausser allen Zweifel gesetztes Theorem anerkannt haben. Schon gleich die Art und Weise, wie diese, durch ELIE DE BEAUMONT zu ihrer Vollendung gebrachte Theorie ins Publikum eingeführt wurde, hätte eigentlich jeden ferneren Zweifel im Keime ersticken sollen, denn kein Geringerer als der grosse Physiker und Astronom ARAGO hatte es übernommen, sie bei ihrem

ersten Auftreten zu befürworten und zwar, wie er sich hierüber ausdrückt, nicht sowohl wegen ihrer Neuheit, als vielmehr wegen der Klarheit und Strenge der Methode, mittelst welcher es ELIE DE BEAUMONT geglückt sei, das Problem von der Gebirgshebung zu lösen.

Trotz dieser gewichtigen Empfehlung konnte ich mich doch schon gleich von Anfang an mit der Hebungstheorie nicht befreunden und habe auch bereits damals meine erheblichen Bedenklichkeiten öffentlich geäussert. * Es war mir auch sehr erklärlich, wie einem so bedeutenden mathematischen Talente, wie ARAGO, gerade die strenge Konsequenz, mit der E. DE BEAUMONT die vor ihm ganz im Nebel schwebende Hebungstheorie durchführte, imponiren musste. ARAGO hatte eben nur auf die Klarheit und Strenge der Methode geachtet und darüber den Ansatz, von welchem aus der Kalkul sich entwickelt, ausser Augen gelassen. Aber gerade der Ansatz ist es, dessen Richtigkeit ich schon früher bestritten habe und noch jetzt bestreite. Es ist mir in diesem Falle nicht besser ergangen als GOETHE, dessen Widerwillen gegen die Hebungstheorie sich sogar steigerte, seitdem er erfuhr, dass „dieses Heben und Schieben nicht auf einmal," sondern in verschiedenen Perioden erfolgt sei. „Dieses von Herrn ELIE DE BEAUMONT vorgetragene System," äussert er sich ganz unwillig, „wird am 29. Oktober 1829 der französischen Akademie von der Untersuchungs-Kommission zu beifälliger Aufnahme und Förderung bestens empfohlen. Ich aber läugne nicht, dass es mir gerade vorkommt, als wenn irgend ein christlicher Bischof einige Wedams für kanonische Bücher erklären wollte." — Wollen wir im Nachfolgenden sehen, ob dies Urtheil von GOETHE blos Folge eines grämlichen ungerechten Widerwillens gegen Neuerungen überhaupt war, oder ob vielmehr es nicht aus Einsicht in die Unzulänglichkeit der Beweismittel, welche für die neue Theorie aufgebracht wurden, hervorgegangen sein möchte.

Die Entstehung der Gebirge ist ein längst abgeschlossener Akt, also für unsere direkte Beobachtung unzugänglich. Wir können demnach nur aus den Verhältnissen, in welchen die Gebirge an sich und in Bezug auf ihre Umgebung auftreten, zu einem Schlusse über ihre Entstehung gelangen, ob sie nämlich an den Orten, die sie jetzt einnehmen, sich gebildet haben oder ob sie aus unterirdischen Tiefen durch vulkanische Kräfte über die Oberfläche emporgehoben wurden. Das Letztere nimmt die vulkanistische Schule an und beruft sich zu diesem Behufe auf einen zweifachen Beweis. Der eine ist hergenommen von den Erfahrungen, die sie gemacht haben will, dass noch fortwährend nicht blos einzelne kleine Landstrecken, sondern ganze grosse Länder im fortwährenden Aufsteigen begriffen sind, woraus nach Analogie die Möglichkeit des Aufsteigens ganzer Gebirgsketten einleuchtend gemacht werden soll. Der andere Beweis fusst auf der Voraussetzung, dass alle entschieden neptunische Bildungen sich in horizontalen Schichten abgelagert hätten; treffe man nun letztere in geneigter Lage,

---

* Bayerische Annalen 1833. S. 98, 113, 137, 144.

so folge daraus, dass ihre ursprüngliche Richtung späterhin geändert worden wäre, und zwar sei dies geschehen in dem Momente, wo die Gebirge, an die sie sich anlehnen, aus dem Innern der Erde aufgestiegen wären, und dadurch die neptunischen Schichten aufgerichtet hätten.

1. Angebliche Beispiele von Hebungen.

Bezüglich des ersten Beweises, so weiss uns die vulkanistische Schule viele Erfahrungen vorzuführen, dass einzelne Lokalitäten oder ganze Länder in fortwährendem Aufsteigen begriffen sind, wieder andere, die sich stetig senken, und noch andere, die sich abwechselnd heben und senken, und in der Regel soll dies Alles ohne irgend eine Zerrüttung der bestehenden Ordnung geschehen. Der Glaube an die modernen und vorgeschichtlichen Hebungen des Landes oder Meeresgrundes hat in der vulkanistischen und plutonistischen Schule so tief Wurzel geschlagen, dass, wie sich NAUMANN ausdrückt, ein pyrrhonischer Skepticismus dazu gehöre, um die Richtigkeit der aus ihnen gezogenen Folgerungen zu bezweifeln. Vielleicht erweisen die nachfolgenden kritischen Erörterungen, dass ein weit geringerer Grad von Skepticismus schon ausreichend ist, um die Richtigkeit gedachter Folgerungen zu beanstanden.

Als die evidentesten Fälle von Hebung werden uns Schweden, Chile, der Serapistempel bei Pozzuoli, die Insel Santorin im griechischen Archipel, der Jorullo, vor Allem aber die alten Strandlinien an der norwegischen Küste vorgehalten. Diese Beispiele haben wir demnach einer näheren Prüfung zu unterwerfen.

Von Schweden ist es zuerst und zwar durch den berühmten CELSIUS bekannt geworden, dass an der Küste eine stetig fortschreitende Niveauveränderung zwischen Land und Meer stattfinde, und zwar zu Gunsten des ersteren. Er schrieb dies einem Sinken des baltischen Meeres zu, dessen Betrag er für den Zeitraum eines Jahrhunderts auf 40 Zoll schätzte. Diese Erklärung fand L. v. BUCH nicht richtig, und von dem Axiome ausgehend: „gewiss ist es, dass der Meeresspiegel nicht sinken kann, das erlaubt das Gleichgewicht des Meeres schlechterdings nicht,“ behauptete er dagegen, dass Schweden in einer fortwährenden, wenn auch sehr langsamen, Emporhebung begriffen sei.

Die Sicherheit, mit welcher der berühmte Geolog die Hebung Schwedens proklamirte, die Seltsamkeit der Sache imponirte nicht wenig dem grossen Publikum, um allmählig die neue Hypothese zu einem förmlichen geologischen Glaubensartikel zu machen. Zur Befestigung desselben dienten die späteren Untersuchungen der schwedischen Küste, indem sie die Richtigkeit der Angabe des alten CELSIUS im Allgemeinen bestätigten. Aber man kam im Verlaufe der Zeit auf zwei andere Sonderbarkeiten.

Die eine besteht darin, dass die Hebung Schwedens nur für den grössern nördlichen Theil der Küste gilt, dass sie schon bei Calmar

nachlässt, weiterhin ganz aufhört und in der südlichsten Provinz Schwedens, in Schonen, sogar in eine fortwährende Senkung des Landes umschlagen soll.

Aber noch weit seltsamer ist der andere Fall. Im Jahre 1819 wurde nämlich der Mälar-See durch den Kanal von Södertelje mit dem baltischen Meere verbunden. Dieser Kanal wurde zwischen zwei Felswänden bis zu einer Tiefe von 64 Fuss ausgegraben, deren Zwischenraum mit Sand und Gerölle ausgefüllt war, in welchem zugleich viele Muscheln, wie sie noch jetzt im baltischen Meere wohnen, eingeschlossen getroffen wurden. Im Niedergraben fand man bereits Ueberreste von Kähnen, einen Anker und eiserne Nägel; als man aber gegen den Boden, der in gleicher Höhe mit dem Meeresspiegel liegt, gelangte, stiess man auf eine morsche hölzerne Hütte, in welcher sich ein Feuerherd mit Kohlen, Brändern und noch ungebrauchtem kleinen Holze vorfand. War schon dieser Fund merkwürdig, so wurde er noch ungleich merkwürdiger durch die Erklärung von Lyell, der Schweden eigens bereist hatte, um sich von dessen Hebung durch den Augenschein zu versichern. Er schloss folgendermassen. Unmöglich konnte die Hütte zu der Zeit angelegt worden sein, wo bereits das Thal mit einer 64 Fuss mächtigen Sandmasse ausgefüllt war; ihre Errichtung muss in einer Periode geschehen sein, wo noch das ganze Thal frei war. In welcher Weise ist nun aber dasselbe mit Sand, der noch dazu Muscheln der Ostsee mit sich führt, ausgefüllt worden? Offenbar, sagt Lyell, konnte Letzteres nur dadurch geschehen, dass der Boden nach Errichtung der Hütte um 64 Fuss unter den Meeresspiegel gesunken ist; dies beweisen die Meeresmuscheln der Sandmasse, die nur im Meere abgesetzt werden konnten. Da aber die Hütte dermalen nicht mehr unter dem Meeresspiegel, sondern in gleicher Höhe mit demselben liegt und zwar 64 Fuss hoch von Meeressand überschüttet, so muss in späterer Zeit der Boden um eben so viel, als er früher gesunken war, wieder emporgehoben worden sein, und zwar ist dieses Senken und Heben mit einer Ruhe erfolgt, dass die alte Baracke beim Ausgraben noch in ihrer aufrechten Stellung befunden wurde. Die morsche Fischerhütte von Södertelje ist jetzt — wie hätten das ihre Erbauer ahnen können — eine Hauptstütze der Hebungstheorie geworden.

Leider bin ich aber nicht im Stande die schönen Illusionen der Hebungstheoretiker zu theilen. Ich bin nämlich der Meinung, dass die berühmte Hütte weder gesunken noch gehoben ist, sondern dass ihr Boden zu allen Zeiten seine Stellung unverrückt beibehalten hat. Um Stockholm herum und weit ins Land hinein ist die Oberfläche mit gewaltigen Sand- und Thonmassen bedeckt, welche mit Muscheln der Ostsee erfüllt sind; es sind dies Diluvial-Ablagerungen, wie man sie in ähnlicher Weise an vielen andern Küsten ebenfalls antrifft. Diese zum Theil ganz lockern Massen sind durch Stürme und Ueberschwemmungen in Bewegung gesetzt worden und haben das Thal mit seiner Hütte nach und nach zugedeckt, wie ähnliche Ausfüllungen ja auch

anderwärts häufig vorgekommen sind und noch vorkommen. So wird die Begebenheit eine ganz einfache und natürliche, und braucht man nicht das doppelte Wunder, des Versenkens und Wiederhebens, zur Vermittelung anzurufen.

Nun kommt aber gar neuerdings ein historisches Dokument zum Vorschein, um die wundersüchtigen Geologen vollends zu enttäuschen. Chambers * machte nämlich auf einen Bericht von Laing in seinem Werke über Schweden aufmerksam, dass im 11. Jahrhundert Olaf's Piraten-Flotte von den vereinigten Flotten der schwedischen und dänischen Herrscher im Mälar-See eingeschlossen wurde, dass er aber hierauf vom Mälar bis zum baltischen Meere einen Kanal ausgegraben habe, durch welchen er mit seiner Flotte entkam. Dieser Kanal fiel nothwendig in die Linie des jetzigen Kanals von Södertelje, und die 64′ hohen Ausfüllungen, welche man kürzlich wieder wegräumen musste, mögen nur vom Winde dahin geführte Küstenauswürfe gewesen sein. Aus diesem Berichte würde folgen, dass das Alter der Hütte nicht über das 11. Jahrhundert zurückgehen könnte.

Mit der zweimaligen, und zwar im entgegengesetzten Sinne ausgeführten Bewegung einer besondern Lokalität von Schweden hat es demnach keinen Grund; wir wollen sehen, ob es mit der theilweisen Hebung und theilweisen Senkung des ganzen Landes besser steht.

Wie schon vorhin angeführt, soll die im grösseren Theile der schwedischen Küste stattfindende Hebung im Süden in eine Senkung umschlagen. Beide Erscheinungen können aber, insofern sie vom Lande ausgehen, nicht von einer und derselben Ursache abgeleitet werden. Man weiss zwar vom Hebel, der nur in einem Punkte unterstützt ist, dass eines seiner Enden sich senkt, wenn das andere gehoben wird, oder umgekehrt; kann man sich aber Schweden als einen durch verborgene unterirdische Kräfte langsam in Bewegung gesetzten Hebel denken? Wer wird eine solche Annahme für möglich halten, oder wer würde es gar versuchen, sie zu erweisen? Wie aber, wenn es zwei verschiedene Ursachen sind, welche im Norden das Steigen, im Süden das Sinken der schwedischen Küste bewirken, wie ist es dann möglich, dass diese beiden, im entgegengesetzten Sinne agirenden Ursachen an ihren Berührungsgrenzen nicht ein durchgängiges Bersten und Zerreissen des ganzen Felsgebäudes auf dieser Linie hervorrufen sollten? Man hat aber so etwas im Binnenlande nicht wahrgenommen, so wenig als dem Aehnliches längs der ganzen schwedischen Küste stattgefunden hat: die Niveauveränderung des Meeres ist das Einzige, was sich der Beobachtung dargeboten. **

---

* Jahrb. für Mineral. 1852. S. 87.

** In welch hohem Grade aber alle bisherigen Angaben über die Hebung und Senkung Schwedens unsicher und unzuverlässig sind, hat neuerdings A. Erdmann [Jahrb. f. Mineral. 1851. S. 174] dargethan; ja was Stockholm anbetrifft, meint er sogar schliessen zu dürfen, dass die dortige Hebung beinahe gleich Null sei. Und auf eine solche unsolide Basis will man eine Theorie bauen!

Ueber diese hat aber schon längst K. v. Raumer einen befriedigenden Aufschluss geliefert. Es ist nämlich an einem grossen Theil der deutschen Ostseeküsten und auf der Insel Bornholm ein gleiches Fallen des Meeresspiegels wie an der schwedischen Küste beobachtet worden; ferner weiss man, dass dermalen die Ostsee um ohngefähr 8 Fuss höher steht als die Nordsee, und dass sie deshalb in letztere durch den Sund und Belt einströmt. Die Ostsee wird also so lange in die Nordsee abfliessen, bis sie mit dieser zu gleichem Niveau gelangt sein wird. Mit diesem fortwährenden Fallen der Ostsee, das durch das Zuströmen einer Menge Flüsse erlangsamt wird, ist es ganz wohl verträglich, dass die Südspitze Schwedens in Folge der Aufstauung der Gewässer hier und da an Ueberfluthungen zu leiden hat. Wie aber die Ostsee dermalen im Fallen begriffen ist, so weiss man aus Beobachtungen an den deutschen Nordwestküsten, Holland, England, Schottland bis nach Grönland hin, dass die Nordsee anwächst.

Um gleich hier die Frage, ob das Meer sinkt oder ob das Land steigt, in Erörterung zu ziehen, wird es sich vor Allem darum handeln, ob der Ausspruch von Buch wirklich ein Axiom ist, oder nicht vielmehr ein Theorem, für das erst der Beweis noch beizubringen ist. Mit diesem Ausspruche ist es nämlich schon unverträglich, dass verschiedene, aber doch in unmittelbarer Verbindung stehende Meere ein verschiedenes Niveau auf längere Dauer zeigen, wie dies auch die neueren Messungen, selbst bei Ermässigung der früher angegebenen Differenzen, bestätigt haben. Ferner ist es hinlänglich bekannt, dass nicht blos länger andauernde Winde das Meer an den Küsten um einige Fuss erhöhen oder erniedrigen können, sondern dass siderische Einflüsse ein regelmässiges periodisches Fallen und Steigen desselben [Ebbe und Fluth] bewirken. Wenn demnach das Meeresniveau nicht ausschliesslich von der Gravitation bestimmt wird, wenn andere Einflüsse erwiesenermassen in demselben regelmässige Verrückungen des Gleichgewichts hervorrufen, wäre es denn da ganz undenkbar, dass nicht noch andere kosmische Einflüsse auf den Stand des Meeresspiegels verändernd einwirken, in langen Zeiträumen denselben an einer Küste erhöhen und an der entgegengesetzten entsprechend herabdrücken könnten, bis es wieder zur Ausgleichung kommt? Es wären dies Ebben und Fluthen von säkularer Dauer. Wenn für eine solche Vermuthung dermalen noch die Berufung auf die Erfahrung fehlt, so ist dies keine Widerlegung, weil man bisher auf diesen Gesichtspunkt die Beobachtungen noch nicht gerichtet hat und deshalb abwarten muss, zu welchem Resultate solche führen werden. Wie dem aber auch sein möge, jedenfalls wird es einfacher und naturgemässer sein, Niveauveränderungen zwischen Land und Wasser auf Rechnung des letzteren, in allen seinen Theilen beweglichen und verrückbaren Faktors zu bringen, als zu dem desperaten Erklärungsmittel der Emporhebung eines festen, starren Landes zu greifen.

Es kommt noch ein Umstand hinzu, der wohl geeignet ist, die eben ausgesprochene Annahme zu unterstützen. Alle Hebungen, von

denen uns berichtet wird, sind auf die Küstenländer beschränkt; vom Innern der Kontinente ist kein einziger derartiger Fall aufgeführt. Dies muss jedoch als höchst befremdlich auffallen, da die Gehänge der Binnengebirge eben so frei dastehen als die Meeresküsten, und an jenen deshalb ebenfalls Hebungen zu erwarten wären, bei welchen überdies der grosse Vortheil sich ergeben würde, dass man an dem nicht gehobenen angrenzenden Landstrich einen sichern Massstab für eine solche Erscheinung hätte. Sollte denn das gänzliche Ausbleiben einer Hebung in den Centraltheilen der Kontinente und ihre ausschliessliche Beschränkung auf die Küstengebiete nicht zur Annahme hindrängen, dass die im letzteren beobachteten Niveauveränderungen zwischen Land und Meer eben deshalb nicht vom Lande, sondern lediglich vom Meere ausgehen? Mir erscheint diese Schlussfolge als diejenige, welche sich aus den gegebenen Verhältnissen als die zunächst liegende und wahrscheinlichste darbietet.

Man mochte wohl selbst fühlen, dass man mit dem von Buch aufgestellten Axiome nicht ausreiche, um Zweiflern gegenüber die Hypothese von der Hebung Schwedens nur einigermassen als haltbar erscheinen zu lassen, und sah sich deshalb nach weiteren Beweismitteln um. Auch diese waren bereits aus früheren Zeiten her vorgelegt, bedurften aber einer Umdeutung. Schon Linné, Ström und andere ältere skandinavische Naturforscher hatten es bekannt gemacht, dass man in Schweden wie in Norwegen in Höhen von mehreren hundert Fuss Seemuscheln trifft, die mit denen der benachbarten Meere identisch sind. Neuere Untersuchungen vermehrten diese Beobachtungen in grosser Anzahl und wiesen nach, dass diese Gehäuse bis zu einer Höhe von 600 Fuss, in England bis zu 1000 F. über dem Meeresspiegel vorkommen.* Die guten Alten hatten aus diesem Vorkommen auf eine allgemeine Wasserbedeckung und auf das spätere Sinken der letzteren geschlossen; ihren Nachfolgern hat es beliebt aus den ganz gleichen Prämissen eine Hebung von Skandinavien zu folgern. Unter

* Auch in Kanada hat man Beobachtungen gemacht, die mit den aus Schweden angeführten in Beziehung zu bringen sind Es hat nämlich Kapitän Bayfield † in den neuesten Tertiärablagerungen an den Ufern des St. Lorenzstromes 17 Arten Schalthiere eingesammelt, welche im Allgemeinen von den im Golf dieses Stromes lebenden ganz verschieden sind, während mehrere, *Saxicava rugosa*, *Mya truncata*, *Mytilus edulis*, *Pecten islandicus*, *Balanus uddevallensis* unter den vorhin genannten Ablagerungen in Schweden sich ebenfalls finden. Am gemeinsten ist am Lorenzflusse die *Saxicava rugosa*, die auch bei Uddevalla so häufig ist. Diese Uebereinstimmung deutet darauf hin, dass die Ursachen gedachter Ablagerungen auf weit grössere Räume hin wirksam gewesen sein dürften, als man bisher annahm, und dass sie nicht blos gleichartig, sondern wahrscheinlich auch gleichzeitig sich geäussert haben. Hiermit sind analoge Erscheinungen, die an den italienischen, sizilischen und andern Küsten beobachtet wurden, in Beziehung zu bringen. Auf der Insel Ischia z. B. wurden in einer Meereshöhe von 1400 Fuss 92 Arten Konchylien gesammelt, unter denen nach Philippi's Bestimmung nur 3 bisher nicht im mittelländischen Meere gefunden wurden (Fr. Hoffm. geognost. Beobacht. S. 229).

† *Transact. of the Geol. Soc. of London.* 2d *ser. VI. pag.* 135.

solchen Umständen, wo statt der Beweise blose Behauptungen eintreten, ist es am Ende lediglich Geschmackssache, ob man die eine oder die andere Hypothese sich aneignen will.

Wer jedoch, trotz der Bündigkeit der bisher von Seiten der Hebungstheoretiker vorgebrachten Beweise, es noch nicht glaublich finden will, dass die Niveauveränderungen an der skandinavischen Küste nicht durch ein Sinken des Meeres, sondern durch wirkliche Hebung des Landes erfolgt sind, dem kann man dies jetzt, wie uns versichert wird, „mit mathematischer Evidenz“ darthun, und zwar aus den sehr verschiedenen Höhen, zu welchen oft eine und dieselbe alte Strandlinie an verschiedenen Theilen der Küste ansteigt. Man findet nämlich an der norwegischen Küste öfters in verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel alte Uferlinien, die als solche wegen ihrer Terrassenbildung, ihrer Sand- und Geröllablagerungen und Auswaschungen bezeichnet werden. Am berühmtesten darunter sind die Strandlinien von Altenfjord in Finnmarken durch die Deutung von Bravais geworden. In diesem Meerbusen lassen sich zwei Uferterrassen übereinander auf eine Länge von 16 bis 18 Seemeilen verfolgen. Die ausgezeichnetste bildet im Hintergrunde des Fjordes ein kleines, meist aus Sand bestehendes Plateau von mehr als 67 Meter Höhe; unter ihr liegt in ungefähr 28 M Höhe die zweite Terrasse, und beide sind durch die in ihnen eingeschlossenen Muscheln als Meeresbildungen charakterisirt. Beide folgen in ihrem Verlaufe allen Biegungen der Küste und erscheinen dem Auge als parallel miteinander, allein die Messungen von Bravais haben dargethan, dass beide Linien von innen nach aussen geneigt sind, dass sie im Hintergrunde des Fjordes am höchsten liegen und zugleich am weitesten von einander abstehen, nach dem freien Meere zu aber immer tiefer herabsinken und zugleich einander immer näher rücken.

Aus diesen Beobachtungen wird nun zunächst die Annahme, dass diese Uferterrassen vom Sinken des Meeres herrührten, als unzulässig abgewiesen, weil alsdann eine und dieselbe Strandlinie sich nicht zu verschiedenen Höhen erheben könnte, sondern horizontal verlaufen müsste. „Keine andere Hypothese“, sagen daher mit Naumann * alle Hebungstheoretiker, „als die einer Erhebung des Landes kann diese Verhältnisse erklären und nichts kann gewisser sein, als dass hier nach zweien Perioden der Ruhe zwei Erhebungen stattgefunden haben, von welchen eine jede den innern Theil des Landes weit höher hinaufdrängte als die freie Meeresküste.“

So lautet die Argumentation, von der uns verkündigt worden ist, dass sie mit mathematischer Evidenz den Beweis für die Hebung Skandinaviens beizubringen im Stande ist. Wir dürfen daher mit Recht an ihre Beweiskraft strengere Anforderungen machen, als sie sonst in der modernen Geologie zulässig sind.

Vor Allem hätten wir, wenn es sich um mathematische Evidenz

---

* Geognos. I. S. 273.

handelt, die Beibringung des Beweises zu fordern, dass die angeblichen alten Strandlinien noch jetzt in ihrer ganzen Erstreckung dasselbe Niveau zeigen, welches sie bei ihrer vorausgesetzten Hebung erlangten. Man wird die Erfüllung einer solchen Forderung als unmöglich abweisen; wohlan, wenn dieser Beweis nicht beigebracht werden kann, so fällt damit auch von selbst die mathematische Evidenz der Argumentation weg. Haben sich jedoch im Laufe der Zeiten Veränderungen im Niveau dieser Linien ergeben, — und diese werden sicherlich keine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze der Hinfälligkeit aller irdischen Dinge machen — wie kann dann auch nur mit dem geringsten Grade von Sicherheit aus ihrer jetzigen auf ihre ursprüngliche Richtung gerathen, und daraus gar die Frage über Hebung oder Senkung dieser Küsten entschieden werden? Welche Veränderungen können sich nicht in dem langen Zeitraume, seit welchem die skandinavische Halbinsel trocken gelegt wurde, längs der Küsten ergeben haben, theils durch Abwaschungen auf der Oberfläche, theils durch vom Meere ausgehende Unterhöhlungen ihres Grundes, welche letztere ein allmähliges Niedersinken der betreffenden Küstenpunkte zur Folge hatten. Ich habe zu viel Respekt vor der mathematischen Evidenz, als dass ich Hypothesen, die auf trügerische Voraussetzungen begründet sind, eine solche zugestehen könnte; eine solche räume ich nur der Thatsache ein — aber auch dieser lediglich in der Voraussetzung, dass die älteren Beobachtungen durch die neuen zur zweifellosen Gewissheit gebracht werden — dass nämlich in Schweden eine andauernde Niveauveränderung zwischen Meer und Land, und zwar zu Gunsten des letzteren, sich ergeben hat. Diese Thatsache bleibt alsdann gültig, mag ich nun zur Annahme einer Hebung des Landes oder einer Senkung des Meeresspiegels mich bequemen. Die Interpretation aber ist in diesem wie in jenem Falle hypothetisch, und je nach subjektiven Ansichten und Werthschätzungen wird das Für und Wider bezüglich der einen oder der andern Hypothese sich entscheiden. Mir hat die Annahme von einer fortwährenden Emporhebung des starren Landes, und zwar ohne alle Spuren von Zerrüttung der bestehenden Ordnung, etwas so Anstössiges und Naturwidriges, dass eine ganz andere Beweisführung, als sie dermalen vorliegt, gegeben werden müsste, um nicht die entgegengesetzte Annahme weit vorzuziehen, welche die Erklärung der fraglichen Erscheinungen in dem beweglichen Elemente des Wassers sucht. *

* Mit den Lootsen und Fischern von Sundsvall schäme ich mich nicht zu bekennen, dass ich die Hebung des Landes nicht zu begreifen vermag, und die von Berzelius gegebene Erklärung kann mir sie keineswegs begreiflicher machen. Er sagt nämlich [Jahresbericht V.]: die Ursache der Hebung von Skandinavien haben wir in der allmählig stattfindenden Abkühlung unserer Erde zu suchen; ihr Durchmesser wird vermindert, und die erstarrte Rinde muss entweder leere Räume zwischen sich und dem noch im Schmelzungszustande befindlichen Material der Tiefen lassen, oder es muss jene Rinde nachsinken. Im letzteren Falle ist der Erdumfang zu gross, als dass nicht Biegungen, Falten entstehen sollten; auf einer Seite erheben sich Theile des

Nächst Schweden beruft sich die Hebungstheorie auf Chile, an dessen Küsten mehrfache Hebungen in der neueren Zeit sich ergeben haben sollen. Hier weiss sie doch auch einen Grund für diese Hebungen anzugeben, nämlich die furchtbaren Erdbeben, von welchen die Westküste Südamerika's von Zeit zu Zeit heimgesucht wird. Von den Erdbeben aber ist es hinlänglich bekannt, dass sie Macht genug besitzen, Veränderungen an der Oberfläche des Erd- wie des Meeresbodens, sei es durch Hebung oder Senkung, hervorzurufen; es fragt sich nur, ob sie auch so ordnungsgemäss und stetig operiren als die unbekannte Hebungskraft in Skandinavien es vermag.

Die erste Nachricht, die uns von der Hebung Chile's zukam, rührt von der Miss GRAHAM her, die dadurch einen hochberühmten Namen bei den vulkanistischen Geologen gewann. Sie berichtete nämlich über das furchtbare Erdbeben, das Chile im Jahre 1822 betroffen hatte, mit der Versicherung, dass das ganze Land um 3 bis 5 Fuss gehoben worden sei. Vergeblich protestirte CUMING, der bekannte Konchyliolog, der zur Zeit dieses Ereignisses in Chile sich aufhielt, dass er und alle Welt von einer solchen Emporhebung gar nichts gemerkt habe; die Geologen in London blieben unerschütterlich in ihrer Behauptung, dass er gleichwohl gehoben worden sei, wenn er auch gar nichts davon gespürt hätte. Vergeblich widerlegte der berühmte Geognost GREENOUGH * mit den triftigsten Gründen das von der Miss GRAHAM ausgestreute Mährchen; es half nichts, denn es passte zu sehr in den Kram der Geologen, als dass sie diesen Glaubensartikel wieder aufgegeben hätten.

Der 20. Februar 1835 war es, der auch die letzten Bedenklichkeiten gegen die Angaben der Miss zerstreuen sollte. An diesem Tage war abermals Chile von einem Erdbeben heimgesucht und abermals wurde durch späterhin angestellte Untersuchungen das Resultat gewonnen, dass das Festland um 4 bis 5 Fuss erhoben worden war; was jedoch noch weit merkwürdiger: bis zum April desselben Jahres war es wieder bis auf 2 oder 3 Fuss über sein voriges Niveau zurückgesunken, und ich will nicht gut dafür stehen, ob es nicht bereits dermalen auf seinen alten Fleck zurückgekehrt ist.

Bodens, auf der andern sinken dieselben. — Gegen diese Erklärung von BERZELIUS ist indess einzuwenden, dass selbst, wenn man das Centralfeuer im Innern der Erde statuiren wollte, doch mit aller Evidenz dargethan werden kann, dass wenigstens während der letzten zwei Jahrtausende — also während der Periode, in welcher die Hebung Schwedens seit den historischen Zeiten erfolgt sein soll — eine Abkühlung der Erde überhaupt nicht stattgefunden hat. Es hat nämlich LAPLACE, auf die Angaben HIPPARCH's (der 150 Jahre vor Christo lebte) von der Länge des Tages gestützt, nachgewiesen, dass seit dieser Zeit in der mittleren Temperatur der Erde keine Aenderung eingetreten ist, denn wenn sie sich seitdem auch nur um 1/170 Grad R. abgekühlt hätte, so würde der Tag bereits um eine Sekunde kürzer geworden sein. Die an der schwedischen Küste beobachtete Niveauveränderung kann also nicht, wie BERZELIUS meint, eine Folge der Abkühlung der Erde sein, aus dem einfachen Grunde, weil von einer unmöglichen Ursache keine Wirkung ausgehen kann.

* *Edinb. new philosoph. Journ. Aug.—Octbr.* 1834.

Letzteres ist eigentlich keine blose Vermuthung mehr, sondern ergiebt sich als Faktum aus den neuesten Untersuchungen, welche durch die vom Kapitän Wilkes * geleitete nordamerikanische Expedition an der Küste von Chile vorgenommen wurden. Letzterer äussert sich hierüber folgendermassen. „Von den Residenten [in Chile] sind die Gerüchte so widersprechend, dass kein sicherer Aufschluss erlangt werden kann. Die Abnahme der Tiefe der Bay kann auf Rechnung der Anschwemmungen der Berge gebracht werden und rührt unzweifelhaft, insoweit sie stattgefunden hat, davon her. — Mehrere unserer Naturforscher nahmen eine genaue Untersuchung der Küste in der Nachbarschaft vor und alle kamen in dem Resultate überein, dass kein Beweis für eine Erhebung vorläge."

So wenig ich nun bestreiten will, dass ein Erdbeben nicht Macht genug haben sollte, um da und dort den Meeresboden zu sprengen und aufzustossen, oder an einzelnen Klippen und kleinen Inseln seine Gewalt zu erproben, oder Zerrüttungen durch Hebungen oder Senkungen an Küsten und im Innern von Landstrichen zu bewirken, so läugne ich es doch, auf das Zeugniss von Cuming und Wilkes gestützt, geradezu, dass das Festland von Chile im Ganzen zu irgend einer Zeit gehoben worden ist. Man bedenke, dass ein Landstrich von 4700 geogr. Quadratmeilen Flächeninhalt, also halb so gross wie Frankreich, von seiner Oberfläche an bis zu der innern Grenze der Erdveste aufwärts bewegt worden sein soll, und zwar ohne alle Störung der auf der Oberfläche bestehenden Ordnung, so dass die Bewohner derselben davon gar nichts verspürten, sondern erst von London aus von diesem Vorgange benachrichtigt werden mussten. Da hat freilich Naumann Recht, wenn er ausruft: „für solche Kraftäusserungen fehlt unserer Vorstellung jeder Massstab"; ich setze hinzu, es fehlt ihr sogar noch weit mehr, nämlich die Möglichkeit, einen solchen Vorgang unter solchen Umständen nur überhaupt denkbar zu finden.

Als ganz besonders interessant wurden die Beobachtungen von Virlet angeführt, aus welchen man deduciren konnte, dass nicht blos die Küstenländer, sondern selbst auch das Binnenland gehoben worden ist. Derselbe fand nämlich in Frankreich bei Tournus, das 67 geogr. Meilen von der Küste entfernt ist und 540 Fuss überm Meere liegt, in einer Thonmasse Schalen von *Ostrea hippopus* und *Murex trunculus*, also von Arten, die noch gegenwärtig im atlantischen und mittelländischen Meere leben. Nichts konnte demnach gewisser sein, als dass die Gegend von Tournus früherhin einmal unter den Meeresspiegel untergetaucht und dann zu ihrem dermaligen Niveau wieder emporgehoben wurde. Leider kam bald nachher ein höchst prosaischer Beobachter an diesen klassischen Punkt und erkannte in der dortigen Muschelablagerung nichts weiter als die Abfälle

* *Narrative of the United States explor. expedit. I. p.* 199.

einer alten römischen Küche.* *Difficile est satyram non scribere.*

Einen „der überzeugendsten Erweise für die Wirklichkeit abwechselnder Hebungen und Senkungen des Landes", sollen ferner die Ueberreste des sogenannten Serapistempels, dicht an der Meeresküste von Puzzuoli bei Neapel liefern, und dieser an sich ganz unscheinliche Tempel steht deshalb bei den modernen Geologen in einer weit grössern Verehrung als dies sicherlich je zur Zeit der alten Römer der Fall war. Der Thatbestand ist aber in der Kürze folgender. In den Ruinen des gedachten Tempels, den die Römer über heissen Quellen anlegten, stehen noch jetzt drei Marmorsäulen von 40 Fuss Höhe, jede aus einem einzigen Stück gearbeitet, auf ihren Postamenten aufrecht. Bis zu einer Höhe von 11 bis 12 Fuss sind sie glatt, dann auf eine Strecke von 8 bis 9 Fuss von Bohrmuscheln durchlöchert, darüber wieder unverletzt. Hieraus wird nun gefolgert, dass diese Säulen einmal bis zur Höhe von 19—23 Fuss unter den Meeresspiegel eingesunken sind, um von den Bohrmuscheln durchlöchert zu werden, und dass sie sich dann, nach Beendigung dieses Vorganges, wieder in ihre frühere Höhe emporgehoben haben, ohne umzufallen.

Das Missliche bei Erklärung dieser Erscheinung ist nur das, dass wir keine geschichtlichen Urkunden über den Serapistempel besitzen, und somit Vermuthungen der mannigfaltigsten Art ein unbeschränkter Spielraum eingeräumt ist. Als das Befremdliche an diesem Tempel erscheint die von Bohrmuscheln durchlöcherte Zone an den noch aufrecht stehenden drei Säulen. Man traut nämlich den Erbauern desselben zu viel Geschmack zu, als dass sie zur Ausschmückung eines Tempels theilweis durchlöcherte Säulen angewendet hätten. Daher liess schon Breislak dieses Gebäude ins Meer untersinken, um seine Säulen den Bohrmuscheln zugänglich zu machen, und nachher wieder emporheben; in dieser Annahme sind ihm mit wenig Ausnahmen alle Geologen gefolgt. Goethe dagegen, der diesen Glauben nicht theilen konnte, nahm an, dass sich zeitweilig ein Seebecken um den Tempel gebildet hätte, und dass zu dieser Zeit die Säulen angebohrt worden wären. Russegger,** ein enthusiastischer Vulkanist, der diesen Tempel besuchte und gleich Goethe sich mit dem Unter- und Auftauchen desselben ebenfalls nicht befreunden konnte, erklärte, dass man weder am ganzen Tempel, noch an seinem Pflaster, noch an den übrig gebliebenen Mauern irgend eine Störung des Verbandes der einzelnen Theile, welche ein Senken und Heben des Bodens erkennen liessen, wahrnehmen könne. Seine Schlusserklärung lautet: „ich kann mich nicht des Gedankens entschlagen, dass denn doch die Pholadenlöcher schon von vorne her im Kalksteine vorhanden waren, aus welchem die Säulenmonolithe gebrochen wurden, und dass die Alten, nicht ahnend, welche harte Nuss sie dadurch den Gelehrten späterer Zeiten aufzu-

* *Bullet. de la soc. géol.* 2. *sér. III. p.* 271.

** Reisen in Europa, Asien und Afrika. IV. S. 278.

beissen gaben, sich kühn über diesen kleinen Uebelstand hinaussetzten.“ — Diese Erklärung trat durch ihre Einfachheit der Wundersüchtigkeit der Geologen allzu schroff entgegen, als dass sie sich ihren Beifall hätte erwerben können; sie wurde im Gegentheil fast vollständig ignorirt. Ich halte es für überflüssig auf diesen Streit, der beim Mangel archivarischer Dokumente gar nicht entschieden werden kann, weiter einzugehen, denn wenn man auch die Erklärungen von Goethe oder Russegger nicht annehmen will, so führen uns diese Säulen höchstens ein noch ungelöstes Räthsel vor, zu dessen Lösung jedenfalls die Annahme eines Wunders, wie solches das in aller Ordnung vor sich gehende Senken und Heben freistehender Säulen ist, nicht nothwendig werden wird. Ein Räthsel aber, das seinen Oedipus noch nicht gefunden, zur Stütze einer erst zu begründenden Theorie verwenden zu wollen, muss von einer exakten Methode schlechthin abgewiesen werden. Der Serapistempel von Puzzuoli und die Fischerhütte von Södertelje sind sprechende Proben, wie leicht es sich die Anhänger der Hebungstheorie mit ihrer Beweisführung gemacht haben und mit welch unbedingtem Köhlerglauben sie Alles hinnehmen, was ihren Grundanschauungen förderlich erscheint.

Die Insel Santorin im griechischen Archipel und der Jorullo in Mexiko sollen uns weitere Belege für diese Theorie abgeben. Von ersterer haben wir schon früher gesprochen; es ist daselbst durch untermeerische vulkanische Thätigkeit der Meeresboden zerrissen und an einigen Stellen über den Meeresspiegel hervorgetrieben worden, wodurch kleine Eilande entstanden, deren Beschaffenheit schon ihr Landesname: verbrannte Inseln, hinreichend bezeichnet. Dieses Phänomen hat in seiner jetzigen äussern Gestalt nichts gemein mit dem, was die angeblich gehobenen Gebirgsketten darbieten und kann eben deshalb nicht zur Erklärung der Entstehung der letzteren benutzt werden.

Von ungleich grösserer Wichtigkeit zur Begründung der Hebungstheorie gilt aber der Jorullo, und er ist von noch weiterer geologischer Bedeutung dadurch geworden, dass er Veranlassung zu einer zweiten Theorie, nämlich der der Erhebungskrater, gab. Von diesem mexikanischen Berge müssen wir daher nähere Notiz nehmen.

A. v. Humboldt, der diese Gegend im Jahre 1803 besuchte, gab die erste Beschreibung von diesem Berge und seiner Entstehung, und das Nachstehende ist ein Auszug aus seiner Darstellung. Die Gegend, in welcher der Jorullo im Jahre 1759 als neuer Vulkan emporstieg, ist eine meist aus Grünsteinporphyr bestehende Hochebene von etwa 2400 F. Erhöhung. Sie war ehemals sehr fruchtbar, und Niemand wusste etwas davon, dass hier je vulkanische Gewalten ihr Spiel gehabt hätten. Im Jahre 1759 aber, nach lange vorausgehenden furchtbaren Erdbeben, erhob sich ein Landstrich von etwa 3 bis 4 Quadratmeilen, den man jetzt Malpays nennt, wie eine weiche Masse in Form einer Blase, und noch heute erkennt man in den zerbrochenen Schichten die ursprünglichen Grenzen dieser Erhebung. Die Wölbung

dieses so aufgetriebenen Bodens stieg allmählig gegen die Mitte bis auf 480 Fuss, und Tausende von kleinen Hügeln, Hornitos [Oefen] genannt, erhoben sich über die Fläche und stiessen Dampf aus, bis sich in der Mitte der geschwollene Boden spaltete und daraus 6 kleinere Berge, mit ihnen aber der Hauptberg, der Jorullo von 1551 F. Höhe über der Ebene, hervortraten, von denen der letztere eine Menge schlackiger und basaltischer Laven auswarf.

Die neueste Beschreibung des Jorullo rührt von Emil Schleiden * her, der im Jahre 1846 diese berühmte Gegend besuchte, von ihr aber eine Darstellung liefert, die in wesentlichen Stücken von der Humboldt'schen abweicht. Schleiden nämlich bestreitet die blasenartige Auftreibung des Malpays und zeigt im Gegentheil, dass die Erhöhung desselben dadurch verursacht worden sei, dass bei der Oeffnung des Kraters zuerst grosse Trümmermassen ausgeschleudert worden seien, über welchen dann die Lavaströme ergossen und diese zuletzt mit vulkanischem Sand und Asche bedeckt wurden. Was Humboldt als die Grenze der Erhebung ansieht, erklärt Schleiden als die Endigung der Lavaströme, die sich am Jorullo wie am Tlalpam bei Mexiko in einer steilen, zum Theil senkrechten, 20 bis 30 F. hohen Wand abschneiden. Der obere Kraterrand besteht aus schlackiger, rauher, grösstentheils roth gefärbter Lava mit kleinen Parthien zwischengelagerten Sandes; nur in der Tiefe scheinen die Wände von einer grauen, senkrecht abgeschnittenen, mächtigen Basaltmasse gebildet zu sein, die der Anfang des ersten grossen Lavastromes sein dürfte.

Nach dieser Darstellung Schleiden's verliert der Jorullo alle Bedeutung für die Hebungstheorie, da keine blasenartige Emportreibung des Bodens, sondern blos eine Ueberschüttung mit vulkanischen Trümmern, Lavaströmen und einer Sand- und Aschendecke stattgefunden hat. Der Jorullo tritt also in die Reihe der gewöhnlichen Vulkane zurück, und zeichnet sich nur dadurch vor manchen andern aus, dass er entweder neu entstanden, oder, was vielleicht wahrscheinlicher, nach langer Ruhe plötzlich wieder in Aktivität gerathen ist, aus der er jetzt abermals zu jener zurückkehrt.

Obwohl Schleiden's Darstellung alle fernere Berufung auf den Jorullo als Probemuster der Gebirgserhebungen hätte beseitigen sollen, ist dies doch nicht geschehen, sondern er spielt fortwährend eine gewaltige Rolle in den geologischen Lehrbüchern. Zum Ueberfluss mag daher nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass er auch gemäss der ersten Schilderung, die von ihm und seiner Umgebung erschien, nicht geeignet war, um als Bild zur Versinnlichung der Bildung der Gebirgsketten zu dienen. Vergleicht man z. B. das wohlgeordnete Alpengebirge in seiner Mannigfaltigkeit von Felsarten mit dem einförmigen, durch und durch zerrütteten Malpays, so ersieht man daraus nur die vollständigste Verschiedenartigkeit und ist eben deshalb

* Froriep's Fortschritte d. Geograph. u. Naturgesch. 1847. S. 13.

wohl berechtigt, auf eine total verschiedene Entstehungsweise beider zu schliessen. Ja nicht einmal zur Erklärung der Bildung der Basaltberge kann uns der Jorullo als Abbild gelten, denn vergleicht man ihn z. B. mit dem rauhen Kulm oder dem Parkstein, beides Basaltberge in der Oberpfalz, die in schönster Ordnung auf ihrem Fundamente, dem Keupersandsteine aufruhen, keinen Krater oder sonstige Spuren, dass sie Theilganze von Lavaströmen seien, aufzuweisen haben, so findet man auch hier die auffallendste Verschiedenartigkeit und darf eben deshalb für diese herrlichen frischen Berge nicht den gleichen Ursprung mit dem verbrannten Jorullo erwarten.

Auch hier gilt also in Bezug auf neptunische und vulkanische Bildungen das alte Sprichwort: *si duo faciunt idem, non est idem.* Der Jorullo und Monte nuovo sind demnach eher Zeugnisse, dass die Bildung der Gebirgsketten und selbst der grossen Basaltformation auf einem von dem vulkanischen ganz verschiedenen Wege vor sich gegangen sein wird.

2. Berufung auf die steile Stellung der Schichten.

Wir kommen nun zu der zweiten Art von Beweisen, auf welche die Hebungstheorie sich beruft, nämlich auf das Phänomen der geneigten Stellung der Schichten. Sie sucht sich zuvörderst dasselbe für die neptunischen Gebirgsarten zurecht zu legen, um alsdann das gewonnene Resultat auf die nach ihrer Meinung pyrogenen überzutragen. Wir haben daher zuerst von denjenigen Felsarten zu sprechen, die entschieden neptunischen Ursprunges sind.

Nach vulkanistischer Ansicht müssen alle neptunischen Felsarten als Bildungen mechanischer Art ursprünglich horizontal geschichtet sein; trifft man dann ihre Schichten in geneigter Stellung, so zeigt dies eine spätere Verrückung derselben an; diese Verrückung kann aber, wie uns versichert wird, schlechterdings nicht anders als durch Hebung erklärt werden, und diese Hebung endlich ist eine Folge der aus unterirdischen Tiefen aufgestiegenen Urgebirge oder sonstigen vulkanischen und plutonischen Felsarten.

Die ganze Evidenz der letzten Schlussfolgerung beruht auf dem Vordersatze, dass die neptunischen Bildungen als mechanisch gebildete Sedimente anzusehen seien, deren Schichten daher, dem Gesetze der Schwere gemäss, in horizontaler Richtung abgesetzt wurden. Allein dieser Vordersatz, obwohl er von den meisten Geologen als ein des Beweises gar nicht bedürftiges Axiom angesehen wird, ist eben falsch. Wie wir früher zeigten, sind die Kalk- und Sandsteinbildungen, aus deren mannigfaltigem Wechsel das Flötzgebirge hauptsächlich aufgebaut ist, keine mechanischen, sondern chemisch-krystallinische Formationen. Als solche wird die Anordnung ihrer Theile, ihre Struktur, nicht zunächst von der Schwerkraft, sondern von den ihre Bildung beherrschenden höheren Kräften des Chemismus und Krystallismus bestimmt. Wir sehen aber schon bei gewöhnlichen chemischen Niederschlägen, wie wir sie künstlich aus Flüssigkeiten bereiten oder wie

sie sich im Innern eines Dampfkessels bilden, dass sie nicht blos horizontal den Boden bedecken, sondern dass sie sich auch schichtenweise an die senkrecht stehenden Wände absetzen. Die chemisch-krystallinische Bildungskraft ist eben mächtiger als die Schwerkraft und ordnet je nach ihrer eigenthümlichen Natur die Richtung und Stellung ihrer Schichten an. Die Schichtung gehört mit zu den wesentlichen Strukturverhältnissen einer Felsart und wird daher zunächst durch deren eigenthümliche Bildungskräfte bestimmt, weshalb die geneigte Stellung eben so gut als die horizontale ein ursprüngliches Ergebniss ist, wobei nicht geläugnet werden soll, dass nicht auch andere Faktoren, wie namentlich die Schwerkraft und die Richtung der Unterlage, worauf sich eine Formation absetzte, einen Einfluss bethätigt haben.

Von den Flötzgebirgen gilt es als Regel, ihre Schichten in horizontaler Richtung und in der Nähe der Urgebirge, wo sie sich, konform mit dessen Gehänge, auf letzteres auflegen, in geneigter Stellung zu finden. Die Hebungstheorie erklärt letzteren Umstand als Folge des Aufsteigens der Urgebirge, wodurch die horizontalen Schichten des vorher schon vorhandenen Flötzgebirges gehoben worden wären. Eine solche Aufrichtung aber, die bis zu einem halben rechten Winkel und darüber geht, hätte nothwendiger Weise das starre feste Flötzgebirge an diesen Stellen total zersprengen und zerrütten müssen; feste spröde Sandstein- und Kalkschichten lassen sich nicht wie Wachs biegen. Von solcher Zerrüttung sieht man aber nichts an den betreffenden Punkten, eine Hebung und Aufrichtung hat daher nicht stattgefunden. Ist denn hier nicht als einfachste und natürlichste Erklärung diejenige anzusehen, welche das Urgebirge als die ältere, das Flötzgebirge als die jüngere Bildung annimmt, welch letztere sich eben deshalb nach der von ihr vorgefundenen Unterlage richtete, d. h. am Urgebirge konform mit dessen Gehänge, und erst in einiger Entfernung von demselben in ihre normale horizontale Richtung übergehend? Warum sollten denn nicht zähe Flötzschichten bei der Abscheidung aus dem flüssigen Medium in einer geneigten Stellung, konform dem abschüssigen Gehänge ihrer Unterlage, sich haben anlegen können?

Mit Recht leitet Gumprecht * aus dem Umstande, dass bei Töltschen im plauenschen Grunde der Pläner sich genau an die Konturen der Syenitkuppe anschliesst und diese mantelförmig umlagert, eine Anziehungskraft der bereits gebildeten Gesteine auf den späteren Niederschlag ab. Bei fortschreitender Bildung der Erdrinde mussten auch die in den ältern Perioden noch vorhandenen Niveaudifferenzen allmählig ausgeglichen werden, und so können wir es mit Gumprecht erklärlich finden, warum die jüngern Schichten bei dem Mangel von Anlehnungs- oder Anziehungspunkten der horizontalen Lage sich immer mehr nähern.

Hiebei ist auch nicht zu übersehen, wie in den jüngern Gebirgen

* Beitr. z. geogn. Kenntniss einiger Theile Sachsens und Böhmens. S. 41.

die krystallinische Ausbildung im Allgemeinen immer mehr ab-, in den ältern immer mehr zunimmt. Während demnach bei Bildung der letztern die Schichtenstellung minder von den Gesetzen der Schwere als von denen des Chemismus und der Krystallisationskraft bedingt war, musste bei den jüngern Gebirgsarten die Schwere eine immer grössere Gewalt erlangen, je weniger sich ihr gegenüber die Krystallisationskraft geltend machen konnte; daher vorherrschende Tendenz bei ihnen zur horizontalen Ablagerung der Schichten.

Aus der täglichen Erfahrung ist es ferner bekannt, dass Senkungen und Verwerfungen durch das Austrocknen der Schichten oder durch Einsturz unterirdischer Weitungen erfolgen können. Solche Senkungen mussten um so häufiger eintreten, da beim Uebergang einer amorphen Masse — als welche wir auch die Erde in ihrem ersten Stadium betrachten — in den krystallinischen Zustand, sie sich auf einen weit kleineren Raum einzieht. Die Urgebirge als die ältern werden im Allgemeinen zuerst angefangen haben sich zu konsolidiren und dadurch sich zusammenzuziehen, was die anliegenden Flötzgebirge zwang, ihnen mehr oder minder in ihrer steilen Stellung nachzufolgen, bis die grössere Entfernung und die Abnahme der Krystallisationskraft der Schwere ihr Recht angedeihen liess. Wo die älteren Gebirge beim Niederschlage der jüngern bereits konsolidirt waren, wo überhaupt äussere Einflüsse kein Uebergewicht erhielten, konnten letztere mehr ihren eigenthümlichen Verhältnissen nach sich formiren, daher wir auch söhlige Schichtung der Flötzgebirge in unmittelbarer Auflagerung auf das Urgebirge antreffen.

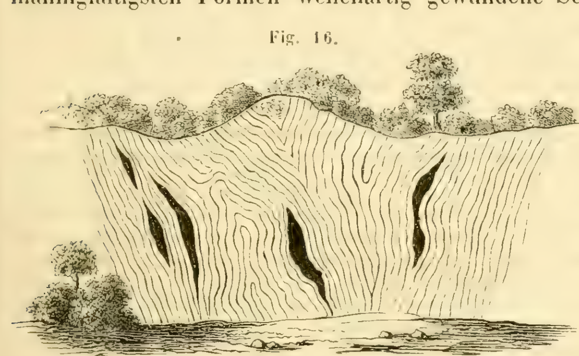
So können demnach verschiedene Ursachen wirksam gewesen sein, welche theils ursprünglich, theils sekundär, theils einzeln, theils im Vereine, die schiefe Schichtenstellung bedingt haben, ohne dass man genöthigt wäre, zur Hebungstheorie seine Zuflucht zu nehmen.

Wie im Flötzgebirge die horizontale Stellung der Schichten vorwaltet, so im Urgebirge die steile, die nicht selten bis zur senkrechten übergeht. Hier wäre demnach Alles aufgerichtet, und es fragt sich nur, welche Felsarten denn die Hebung bewirkt haben. Solche sind uns aber ganz unbekannt, denn die tiefsten Schichten, von denen wir Kenntniss haben, sind eben die Urgebirge. Man giebt uns zwar zur Antwort, die massigen Urgebirgsarten haben die geschichteten aufgerichtet; wohlan, wir wollen zusehen. Unter den vier grossen Formationen, welche die Hauptmasse des Urgebirges zusammensetzen, nämlich Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer, ist nur der erstere massig, die übrigen sind geschichtet; also ist es der Granit, der die andern aus ihrer frühern horizontalen Lage gebracht hat. Nun belehren uns aber die Vulkanisten, dass der Granit nicht das Fundament des Urgebirges, sondern dass dieses der Gneiss, also ein geschichtetes Gestein sei. Darauf hin müssen wir die weitere Frage erheben, welche Felsart ist es denn dann, welche die Gneissschichten in die steile Stellung gebracht hat? Auf diese Frage bleibt die Antwort ganz aus. Allein wenn wir auch dem Granite zu seinem früheren

Prioritätsrechte verhelfen, so ist der Knoten noch immer ungelöst. Der Granit nämlich kommt nicht blos massig, sondern selbst geschichtet vor und zwar mitunter in der merkwürdigen Weise, dass seine Schichten einen vollständigen Fächer bilden. Zur Erklärung der Fächerbildung reicht man aber mit der Berufung auf die Hebung nicht mehr aus, will man anders, wie es wirklich geschehen ist, nicht Hypothesen aussinnen, die noch weit verwundersamer als das Faktum selbst sind. Hier bleibt nichts Anderes übrig, als die Anordnung und Richtung der Schichten im Urgebirge ebenfalls als einen ursprünglichen Akt seines Bildungsprozesses anzunehmen, den wir freilich in seinen Grundbestimmungen ebensowenig als in denen des Blätterdurchganges bei Mineralien erklären können; indess ist es immerhin gerathener, die Unzulänglichkeit des Verständnisses geradezu einzugestehen, als durch irrige Hypothesen auf eine falsche Vorstellung zu führen.

Bisher haben wir nur von der Stellung ebenflächiger Schichten gesprochen; allein es kommen auch nicht selten gebogene und in den mannigfaltigsten Formen wellenartig gewundene Schichten vor, deren Figuren so wunderlich und launenartig erscheinen als die eines marmorirten Papieres. Ein Beispiel von dieser Art stellt Fig. 16 dar. * Kann man solche Biegungen bereits nicht mehr auf das Schlagwort Hebung zurückführen, so wird ein solcher Rekurs völlig unmöglich, wenn man wellenförmig oder zickzackartig gebogene Schichten mitten zwischen ebenflächigen inneliegen sieht. Beim Anblick der gewundenen Schichten, die nicht blos im Ur- und Uebergangsgebirge, sondern auch im Flötz- und Tertiärgebirge oft auf gewaltige Erstreckungen hin auftreten, sollte man meinen, es müsste Jedem sich von selbst die Vorstellung aufdrängen, als stehe man hier vor Massen, die einst in einem flüssigen, heftig auf- und abwogenden Zustande sich befanden und dann in einem Nu, wie auf ein Zauberwort, in Erstarrung geriethen.

Fig. 16.



Wir können daher nicht anders als die Schichtung nach allen ihren Beziehungen als ein wesentliches Strukturverhältniss, als einen

* Fig. 16. Thon- und Glimmerschiefer bei Zwettel in Oesterreich, schön geschichtet, häufig mit gewundenen Schichten, die dann Linsen von Quarz ausgeschieden enthalten.

integrirenden Theil der ursprünglichen Architektur der Gebirge zu betrachten.* Daher können wir auch nicht zugeben, dass die jetzige Richtung der Schichten im Ganzen und Grossen erst nach ihrer Ablagerung durch Störung ihrer primitiven Norm herbeigeführt worden ist. Es soll auch nicht verhehlt werden, dass die Vorstellung, als ob die jetzige Ordnung aus der Unordnung bereits geregelter Verhältnisse hervorgegangen ist, für uns etwas Abstossendes hat.

3. Beweisführung von Arago.

Nach dieser allgemeinen Erläuterung der Verhältnisse der Schichtenstellung bleibt mir nur noch eine Prüfung der beiden Beweise

---

* Es muss hier bemerklich gemacht werden, dass in neuerer Zeit doch auch hier und da von vulkanistischer Seite Bedenklichkeiten gegen die allgemeine Richtigkeit der gewöhnlichen Erklärungsweise erhoben wurden. Dies gilt namentlich von Naumann, der zwar als eifriger Vertheidiger der Hebungstheorie auftritt, und die vulkanistische Ansicht von der steilen Stellung der Schichten für die allein rationelle ausgiebt, gleichwohl [I. S. 984] zugesteht, dass mitunter ihre Annahme doch auch irrationell sei und „dass man die Zulässigkeit derselben bezweifeln muss." Dahin gehören, wie er sagt, zuvörderst die fächerförmigen Schichtungssysteme von Gneiss, Granitgneiss, Grünstein u. s. w., welche zwischen Glimmerschiefer, Thonschiefer oder auch zwischen unzweifelhaft sedimentären Gesteinen dergestalt eingekeilt sind, dass sich die zunächst aneinander grenzenden Schichten des centralen Gesteins und der äusseren Gesteine in konkordanter Lagerung befinden. Eben so räthselhaft erscheinen ihm die zuweilen vorkommenden vertikalen Schichtensysteme, welche zwischen anderen geschichteten Gebirgsgliedern von geneigter Schichtenstellung auf eine solche Weise eingeschlossen sind, dass sich die Schichten der letztern an den senkrechten Schichten der erstern abstossen. Endlich erkennt es Naumann auch an, dass es seine grossen Schwierigkeiten habe, die oft 10 bis 30 und mehre Meilen breiten, dabei weit fortziehenden Schichtensysteme von steil aufgerichteten und vertikalen Schichten kryptogener Gesteine, unter welchen er Glimmerschiefer, Thon-, Chlorit-, Talk-, Hornblendeschiefer, Quarzite versteht, als ursprünglich horizontale und erst später aufgerichtete Schichten zu betrachten. Er sieht darin „eine so ganz eigenthümliche Architektonik, dass wir uns vor der Hand bescheiden müssen, sie als eine Thatsache anzuerkennen, deren genügende Erklärung der Wissenschaft bis jetzt noch unmöglich gewesen ist."

Und hieran reiht Naumann nachstehende Aeusserung: „Es kommen also wirklich im Gebiete der krystallinischen Silikatgesteine viele Fälle vor, wo die steile und vertikale Schichtenstellung durch ganz andere Ursachen zu erklären sein dürfte als im Gebiete der sedimentären Gesteine. Während daher für diese letzteren das Vorkommen von derartigen Schichten unbedingt auf Dislokationen ehemaliger horizontaler Schichten verweist, so dürfte dagegen für viele Vorkommnisse steil aufgerichteter Schichtensysteme von krystallinischen Silikatgesteinen der Gedanke an eine ursprüngliche Ausbildung solchen Schichtenbaues grosse Wahrscheinlichkeit für sich haben."

Diese Erklärung, wie ich es gern bekenne, hat mich nicht wenig bestärkt im Festhalten an meiner Ansicht von der Ursache der steilen Schichtenstellung als einer ursprünglichen Anordnung, die nur in manchen Fällen durch spätere Senkungen alterirt worden sein dürfte. Naumann beschränkt allerdings seine Anerkennung der Ursprünglichkeit steiler Schichtenstellung auf die geschichteten krystallinischen Silikatgesteine; allein was von diesen gilt, darf man mit allem Rechte auch auf die übrigen krystallinischen Felsarten übertragen. Nun erklärt aber Naumann selbst den Kalkstein für ein „wahrhaft krystallinisches Erzeugniss", und somit wird er am Ende nicht umhin können sein Zugeständniss auch auf diesen auszudehnen. Gewisse Konglomerate und Sandsteine lassen aber selbst manche streng orthodoxe Vulkanisten, wie Hofmann, für krystallinische Gebilde passiren, und hiemit haben wir also bedeutende Zugeständnisse von den Vertheidigern der Hebungstheorie erlangt, um unsere Ansicht von der Schichtenbildung und Schichtenstellung ihnen gegenüber zu rechtfertigen.

übrig, auf welche ARAGO das Fundament der Hebungstheorie, wie letztere von E. DE BEAUMONT ausgebildet wurde, begründete. Ich will nur noch vorher daran erinnern, dass Letzterer anfangs 4, später 12 und noch später 15 Erhebungssysteme in der Gebirgswelt annahm.

1ster Beweis. „Unbestreitbare geognostische Beobachtungen haben gezeigt, dass die Kalkschichten, aus denen die 3—4000 Metres hohen Gipfel des Buet in Savoyen und des Montperdu in den Pyrenäen bestehen, gleichzeitig mit den Kreideschichten an den Küsten des Kanals gebildet worden sind. Wenn die Wassermasse, aus der sich diese Kreide niederschlug, eine Höhe von 3—4000 M. gehabt hätte, so würde sie ganz Frankreich bedeckt haben, und es müssten ähnliche Niederschläge auf allen Höhen unter 3000 M. vorhanden sein. Dagegen bemerkt man im nördlichen Frankreich, dass die Kreide niemals eine Höhe von mehr als 200 M. über dem jetzigen Meeresspiegel erreicht. Der Montperdu und Buet sind also offenbar gehoben."

Man sieht auf den ersten Anblick, dass dieser Beweis auf zwei Voraussetzungen beruht, nämlich a) auf der Voraussetzung, dass gleichartige Bildungen auch gleichzeitiger Entstehung sind, und b) dass die Flötzgebirgsarten bei ihrer ursprünglichen Ablagerung ein gleichförmiges Niveau behauptet hätten.

Nach der ersten Voraussetzung soll der Gipfel des Montperdu und Buet gleichzeitig mit den Kreideschichten des Kanals sein, weil das Gestein gleichartig ist. Hiebei wird aber ein Satz als Axiom angenommen, der doch nur ein des Beweises bedürftiger Lehrsatz ist. Im Gegentheil zu der Voraussetzung, dass gleichartige Bildungen auch gleichzeitige sind, macht K. v. RAUMER in seinen Untersuchungen über das Gebirge Niederschlesiens darauf aufmerksam, dass in der Geognosie nicht blos Bildungszeiten, sondern auch Bildungsräume zu berücksichtigen seien, weil sich zu gleicher Zeit in verschiedenen Gegenden höchst ungleichartige Bildungen zu erzeugen vermochten, während gleichartige Bildungen Erzeugnisse verschiedener Zeiten sein können. Dasselbe hat GREENOUGH * behauptet. Die Kreide des Montperdu und Buet kann sich daher lange vor, oder lange nach der Kreide des Kanals niedergeschlagen haben. Zu der einen wie zu der andern Annahme hat man dasselbe Recht, wie zu der ihrer Gleichzeitigkeit.

Der zweiten Annahme zufolge, nach welcher die Gebirge überhaupt oder doch wenigstens die Flötzgebirgsarten ursprünglich eine horizontale Oberfläche dargeboten haben sollen, kann man die gegenwärtige grosse Verschiedenheit in den Höhen einer und derselben Formation nicht anders als durch spätere Niveau-Aenderungen erklären. Trifft man daher, um ein anderes als das gegebene Beispiel zu wählen, den Jurakalk auf der Wülzburg in einer Höhe von 1900 Fuss, während er 4 Stunden davon im Altmühlthale bei Solenhofen nicht viel über 1200 Fuss hinanreicht und jene Höhe von 1800—1900 Fuss

* Krit. Untersuch. der ersten Grunds. der Geolog. S. 165.

nur noch der lithographische Schiefer einnimmt, so ist dies für Arago ein sicheres Zeichen, dass die Wülzburg mit ihren horizontalen Schichten durch vulkanische Gewalten gehoben worden ist. Da sich indess hier so wenig als am Montperdu die feurigen Kräfte, welche eine solche Hebung bewerkstelligt haben könnten, nachweisen lassen, da dieselbe überhaupt nur auf einer blosen Hypothese beruht, so hat mit ihr eine gleiche Berechtigung die gegentheilige Annahme, dass die solenhofer Gegend oder das nördliche Frankreich gesunken ist. Wenn man aber die grosse Gleichförmigkeit und Regelmässigkeit in der Schichtenstellung des fränkischen Juragebirges beachtet, so wird man weder an eine Hebung noch an eine Senkung denken, sondern die Höhenverschiedenheiten für ursprüngliche Verschiedenheiten ansehen.

Auf solche sonderbare Hypothesen, die jedes Gebirge zu einem Spielballe vulkanischer oder mechanischer Kräfte — je nach dem geologischen Standpunkte — machen, wäre man nicht gekommen, hätte man nicht — Neptunisten sowohl als Vulkanisten — die ebenso willkürliche als von erfahrenen Geognosten nachdrücklichst bestrittene Annahme aufgestellt, dass die Flötzgebirge weiter nichts als mechanische Brei- und Schlamm-Niederschläge gewesen seien. Dass jene Gebirge in diese Kategorie nicht gehören, dass sie vielmehr als chemische Gebilde anzusehen sind, ist bereits dargethan worden. Sind sie aber solche, so haben ihre einzelnen Berge und Gebirgsabschnitte ebenso gut eine grosse Verschiedenheit in den Höhen erreichen können, als im Kleinen dies die Krystalle einer Amethyst- oder Bergkrystall-Druse wahrnehmen lassen. Ich betrachte also das Relief der Erdoberfläche mit seiner Mannigfaltigkeit von Höhen und Bergzügen und Hauptthälern als ein ursprünglich bestehendes, das allerdings im Laufe der Zeiten durch terrestrische und atmosphärische Agentien Veränderungen mancherlei Art erlitten hat, die jedoch keineswegs selbst das Relief der Erdoberfläche in seinen Hauptzügen erst bedingt haben.

Doch der erste Beweis wird von Arago selbst nicht für ganz vollwichtig angesehen, und es darf daher so strenge nicht mit ihm genommen werden. Desto bündiger soll der andere sein.

2ter Beweis. „Die Flötzgebirge schliessen oft Geschiebe ein, die eine fast ellipsoidische Gestalt besitzen. An Orten, wo die Schichten des Gebirges horizontal liegen, findet sich die grösste Achse aller dieser Geschiebe in horizontaler Lage, aus demselben Grunde, weshalb ein Ei nicht auf der Spitze stehen kann. Wo aber die abgelagerten Schichten geneigt sind, z. B. unter 45°, da bilden auch die Achsen vieler dieser Geschiebe einen Winkel von 45° mit dem Horizonte, und stehen erstere senkrecht, so gilt dies auch von der Mehrzahl der letztern. Die Flötzgebirge sind also, die Beobachtung an den Geschieben beweist es, nicht an der Stelle und in der Lage gebildet, welche sie heutigen Tages einnehmen; sie sind im Moment, wo die Berge, an die sie sich anlehnen, aus dem Innern der Erde

hervorgestiegen, mehr oder weniger stark aufgerichtet worden. Dies vorausgesetzt ist es klar, dass diejenigen Flötzgebirge, deren Schichten an den Abhängen der Gebirge in geneigter oder vertikaler Lage angetroffen werden, vor der Erhebung dieser Gebirge vorhanden waren. Diejenigen Flötzgebirge aber, die sich bis zum Fusse der Gebirge in horizontaler Lage erstrecken, sind dagegen jüngeren Alters als die Bildung dieser Gebirge, denn es ist nicht zu begreifen, wie letztere aus der Erde gestiegen sein sollten, ohne nicht gleichzeitig die vorhandenen Schichten mit zu heben.“ — Man sieht nun leicht ein, und ist auch schon früher angegeben worden, wie aus diesen Prämissen das relative Alter der Gebirgsketten abgeleitet werden könne.

Dieses Argument ist unwiderlegbar, wenn man die dabei vorausgesetzte Annahme, dass die Konglomerate Bildungen mechanischer Art, d. h. Schwemmgebilde sind, für zulässig erklärt. Theilt man jedoch diese Voraussetzung nicht, und sieht sie im Gegentheil, wie wir dies früher gezeigt haben, ebenfalls für chemische Bildungen an, so ist es vollkommen begreiflich, dass, indem alsdann ihre Struktur als ein Ergebniss des Krystallisationsprozesses erscheint, dieser nicht blos seine eignen integrirenden Bestandtheile, sondern auch die fremdartigen, Geschiebe und Muscheln bestimmt, sich in seine Strukturanordnung zu fügen. Indess braucht man zur Entkräftigung obigen Argumentes nicht einmal seine Zuflucht zu letzterer Ansicht zu nehmen, denn wenn man auch die Konglomerate für mechanische Bildungen gelten lassen will und alsdann ihre geneigte Stellung für eine Verrückung der ursprünglich horizontal abgelagerten Schichten anzusehen hat, so ist ja der Erfolg der gleiche, ob die Veränderung der Lage durch eine Hebung oder Senkung erfolgt ist. Bei solcher Zweideutigkeit der Sachlage hat demnach die Hebungstheorie kein Recht, sich auf die Schichtenneigung der Konglomerate zu berufen. *

Es ist bisher die der Hebungstheorie gegenüberstehende Senkungstheorie noch gar nicht zur Sprache gebracht worden, was jetzt mit wenigen Worten nachgeholt werden soll. Letztere leitet die geneigte Schichtenstellung von später eingetretenen Senkungen ab, und

* Die Berufung auf die Konglomerate hat dadurch eine solche Bedeutung bekommen, weil man sich hiebei auf die gewichtige Autorität von Saussure stützen konnte. Dieser fand nämlich in der Gegend von Valorsine zwischen mächtigen, senkrecht stehenden Gneissschichten Lager eines Gesteins, aus geschiebähnlichen Massen bestehend, welche nach oben angegebener Weise geordnet waren. Da er diese Lager für ein wirkliches Konglomerat ansah, so musste er nothwendig die jetzige Richtung der angeblichen Geschiebe aus einer Verrückung der ursprünglich horizontalen Schichtenlage in die senkrechte ableiten. Mohs jedoch zeigte nach Handstücken, die er von diesem Gesteine untersuchte, dass die angeblichen Geschiebe nichts weiter als Ausscheidungen aus der übrigen Masse sind, indem sie in letztere so allmählig verlaufen, dass man keine Grenze zwischen dem, was man für Geschiebe, und zwischen dem, was man für Bindemittel hält, anzugeben im Stande ist [Geognos. S. 130; Mineralog. S. XXXII]. Wir haben es also in diesem Falle mit einer entschieden chemischen Bildung zu thun, deren Schichtenstellung daher weder für die Hebungs- noch Senkungstheorie beweisend ist.

hat zu solcher Annahme jedenfalls ein besseres Recht als die erstere mit ihrer Hebung, denn erstlich haben sich solche Senkungen durch das Austrocknen der Massen nach ihrer Bildung und durch das Nachgeben ihrer Unterlagen gewiss oft ereignet und tragen sich noch zuweilen zu; ferner kann die Senkungstheorie auf ein allgemeines Naturgesetz, auf das der Schwere, die ihren Einfluss auf alle Punkte der Erde ausübt, rekurriren, während eine allgemeine Hebungskraft eine unbekannte Grösse ist, von der zwar die geologischen Doktrinen sehr viel, die Lehrbücher der Physik aber gar nichts zu berichten wissen. Wir müssen daher der Senkungstheorie allerdings ein gewisses Recht zusprechen, indess zur Erklärung der gebogenen Schichten ist sie ebenfalls unzureichend.

Zum Schlusse mag das Urtheil von Mohs * über die Hebungstheorie hier eine Stelle finden. „Man findet", sagt er, „die sogenannten Schichten an den Schiefer- und mehreren andern Gebirgsmassen in senkrechter oder so stark geneigter Lage, dass man nicht annehmen kann, sie seien ursprünglich so entstanden. Die neptunische Hypothese kann es nicht, weil ihre angenommenen Begriffe von der Entstehung der Schichten ihr entgegen sind; die plutonische kann es auch nicht, weil aus ihrer Annahme ebenfalls die ursprünglich horizontale Lage derselben folgt. Was bleibt übrig? Nichts als die Schichten aufrichten, und die Gebirge, Inseln, Kontinente emporheben zu lassen. Man glaubt Beweise für dergleichen Erhebungen zu haben: einerseits in den wirklich aus dem Meere hervorgestiegenen Inseln in vulkanischen Gegenden, und in der einige Fuss betragenden Erhebung von ausgedehnten Länderstrecken ähnlicher Gegenden, über welch letztere indess noch nicht alle Zweifel gehoben sind; andererseits in den Konglomeraten, die man vertikal stehend zwischen den Schichten des Schiefergebirges gefunden hat, und von denen die zu Valorsine zu den merkwürdigsten gehören, weil sie selbst Saussure bewogen haben, dieselbe Meinung anzunehmen. Was einzelne Emporhebungen anbetrifft, so kann man diese nicht läugnen. Allein man darf nur das Emporgehobene mit den Alpen, Karpathen und andern Gebirgen vergleichen, ja man darf diese Gebirge nur in Rücksicht auf ihre Struktur und Zusammensetzung, und auf die Ordnung, die in ihnen herrscht, betrachten, um einzusehen, dass von dem einen kein Schluss auf die andern gilt. Was die Konglomerate von Valorsine betrifft, so sind dieselben keine wirklichen Konglomerate, denn sie bestehen nicht aus Geschieben oder abgerundeten Fragmenten früher vorhanden gewesener und nachher zusammengekitteter Gesteine, sondern aus rundlichen Stücken von ursprünglicher Bildung, die sich noch jetzt in ihrer uranfänglichen Lage befinden", d. h. keine Verrückung durch Hebung erlitten haben.

Mohs stimmt demnach vollkommen mit uns überein, dass weder die steile Schichtenstellung, noch die emporgestiegenen vulkanischen

* Mineralog. Einleit. S. XXXI.

Berge und Inseln irgend einen Stützpunkt für die Hypothese von der Emporhebung der Gebirge liefern können. Was aber die in neuerer Zeit noch fortgehende angebliche Erhebung ganzer Kontinentalländer betrifft, so sind die dafür vorgebrachten Gründe nichts weniger als beweiskräftig. Ja wenn wir selbst es als erwiesen zugestehen würden, dass Schweden sich im Laufe eines Jahrhunderts um 3 bis 4 Fuss hebt, oder dass Chile um 3 bis 5 Fuss neuerdings gehoben worden ist, so sind doch diese Kräfte im Vergleich zu denen, welche einst die Kette der Andes oder des Himalaya's sollen hervorgetrieben haben, so unbedeutend und ohnmächtig, dass man abermals ohne Noth ungeheure Zeiträume, bis die Erde aus ihrem Schoosse die Gebirge fix und fertig zur Welt gebracht hätte, annehmen müsste, wenn anders diese Kräfte zu einer so schweren Geburt ausreichend gewesen wären, was nach dem Maasse ihrer dermaligen Erfolge geradezu zu verneinen ist.

4. Vergleichung der Hebungstheorie mit dem Befunde in der Gebirgswelt.

Alle Gebirgsketten sind gehoben, sagen die Vulkanisten. So frage ich, welche Kräfte sind es denn, welche jene nun fest und unverrückt über der Kluft emporhalten? Ueber Schluchten, in welchen einst das ganze Alpengebirge, die ungeheure Kette des Himalaya's und der Andes verschlossen lagen? Und was ist denn zum Verständniss des Gebirgsbaues gewonnen, wenn wir dessen Bildung unter die Erde, statt über sie, verlegen, wenn wir die Gebirge fix und fertig aus ihrer Versenkung hervortreten lassen? Die Fragen, die wir über Tage zu lösen hofften, werden sie leichter und sicherer beantwortet, wenn wir mit ihnen uns in die unterirdischen Tiefen begeben? Der besonnene Cordier * erschrickt vor der Zulassung einer Gewalt, welche die ganze Pyrenäenkette mit einem Male von ihrem Platze hätte schieben können und doch dabei so regelmässig operirt hätte, dass sie nur in einer einzigen Linie die Spuren ihrer Wirkung zurückliess. Ebenso weist Picot de la Peyrouse ** bei der Schilderung derselben Gebirge jeden Gedanken an eine plötzliche und unregelmässige Gewalt ab, wodurch die Felsen der Pyrenäen aus einer ursprünglichen horizontalen in die gegenwärtige hätten umgedreht werden können. Ihre Nachfolger haben sich mit solchen Gedanken schon vertrauter gemacht.

Wie bei ganzen Gebirgsketten, so sollen überhaupt die Abweichungen von der horizontalen Schichtung, zumal wenn mit ihnen sogenannte plutonische Gesteine auftreten, die Folgen vulkanischer Eingriffe sein. Wenn hiemit diese Phänomene uns nur wirklich zum Verständniss gebracht würden, wenn wir sie mit dem Zauberworte Hebung nur gleich im Begriffe, ja nur im Bilde erfassen könnten. Ja wenn man nur überhaupt die Summe der Schichtungserscheinungen

* *Journ. des Mines. XVI, p.* 280.
** Ebendas. VII, p. 65.

mit diesem Worte zusammenzubringen vermöchte. So aber können in vielen Fällen die Schichtungsstörungen nicht durch das Aufstossen von unten her erklärt werden, da gebogene Schichten nicht selten auf horizontalen aufruhen. Im Grauwacken-, Kalk- und Kohlengebirge sind Schichtungsbeugungen der wunderlichsten Art so häufig, auch da, wo sie mit gar keinen plutonischen Felsarten in Berührung sind, dass eine Zurückführung dieser Phänomene auf Hebungs- oder meinethalben auch auf Senkungsstörungen gar keinen Grund hat.

In sehr bestimmter Weise drückt sich hierüber Ramond * aus. „Will Jemand versuchen", sagt er, „die in den Pyrenäen so vorherrschende Unordnung dadurch zu erklären, dass er annimmt, die Lager seien anfänglich regelmässig niedergeschlagen, und dann durch Einsinken, Stoss und gewaltsame Erschütterung umgeworfen worden, so bin ich völlig überzeugt, dass die Natur am Pik d'Eredlitz nicht so verfuhr, wo Hornstein, Trapp etc. sich mannigfaltig zwischen söhligen Schichten von Kalkstein winden; noch auch am Pic du Midi, wo regelmässige Lagen massigen Granits, die nicht weniger regelmässige Lagen von Kalkstein enthalten, von armseligen Schlängelchen von Hornstein, Gneiss und selbst von Granit, die von ihrer Hauptmasse hineingewandert sind, durchzogen werden. Durch welchen wundersamen Einfluss blieb doch der Kalkstein von Eredlitz söhlig, mitten unter der furchtbaren Erschütterung, durch welche die Kieselstreifen in ihn hineingetrieben wurden? Welche äussere Gewalt konnte diese Schlängelchen, die doch zwischen zwei Granitmauern geschützt inne liegen, so krümmen, wie es am Pic du Midi geschah? Und dann der Granit, welcher alle Härte, die er besitzt, im Augenblick seiner Krystallisation erlangt hatte, — wie ging es zu, dass er sich so ungehindert in den zwischenliegenden Kalkstein hinein bewegte, und in ihm umherwand mit aller Nachgiebigkeit und Geschmeidigkeit des Wachses?"

Und indem Ramond von einem mannigfaltigen Schichtengewirre spricht, setzt er hinzu: „Hier giebt es keine Lager, von denen man vermuthen könnte, sie seien einst regelmässig, horizontal, zusammenhängend und durchaus von gleicher Mächtigkeit gewesen. Die dichten Kalksteine, die halbthonigen Marmore und die Schiefer der Gebirge von Estaube, die kalkigen Sandsteine und die Breccien des Montperdu scheinen gegeneinander getrieben worden zu sein durch entgegengesetzte Kräfte, durch welche sie am Berührungspunkte in kurze, unregelmässige, geschlängelte Adern zertrümmert wurden, deren Gewirre die zwischen liegenden Massen bilden. Man denke sich eine Anzahl zäher, verschiedentlich gefärbter Flüssigkeiten, die sich in dem Gefässe, in das sie gegossen wurden, in gekräuselten Blättchen ausbreiten; beobachte sodann eine dicke, in der Luft schwebende Rauchsäule, und man hat ein Bild der in diesen Felsen waltenden Unordnung, vielleicht gar die Erklärung davon. — — Der Kampf zweier

* *Journal de Physique LIII, p.* 139.

aufeinander treffender Massen, der wiederholte Andrang der einen, und der beharrliche Widerstand der andern — das ist der am natürlichsten sich darbietende Gedanke, sobald man die gewundenen Adern dieser Felsen betrachtet; es ist ein Meer in einem Sturm erhärtet, dessen Gewalt die versteinerten Wellen noch immer zeigen.“

Mit diesem Bilde ist zur Verständlichmachung des sonderbaren Phänomenes der gebogenen und sonst mannigfaltig verstörten Schichtung ungleich mehr gethan als mit dem nichts sagenden Worte Hebung. Man kann sich ungefähr eine Vorstellung machen von dem Konflikte, in den zwei in der Bildung begriffene Massen miteinander gerathen können, wenn sie von entgegengesetzten mechanischen oder chemischen Aktionen bearbeitet, oder von elektrischen Strömungen durchzuckt werden. Hiebei müssen nothwendig, so lange sie noch im weichen Zustande befindlich sind, gewaltige Alterationen in ihrer gegenseitigen Begrenzung, sowie überhaupt in ihrer regelmässigen Ablagerung erfolgen; Alterationen, die späterhin im starren Zustande ohne eine völlige Zertrümmerung des Gesteines gar nicht mehr eintreten können.

Freilich lässt die Hebungstheorie ihre fingirten vulkanischen Gewalten in ganz anderer Weise operiren, als die gegenwärtig noch wirksamen. Jene gehen mit solcher Behutsamkeit und Gesetzmässigkeit zu Werke, dass sie auf ungeheure Strecken hin nur die Fallwinkel, keineswegs aber die feste Ordnung der Schichten geändert haben. So z. B. hat der Granit der Alpen beim Durchbruche durch die Kalksteine diese zwar aufgerichtet, sonst aber nichts in ihrer Gesetzmässigkeit gestört. Ja der Granit des Harzes hat sich durch die Grauwacke mit ihren Schiefern so behutsam hindurchgebohrt, dass deren Fallen und Streichen auch an den nächsten Berührungspunkten nicht im mindesten alterirt wurde.

Wie ungeschlachtig operiren dagegen die gegenwärtig aktiven Vulkane. Wenn jetzt einmal der Vesuv oder der Aetna in Thätigkeit tritt, so ist die unausbleibliche Folge eine grausenhafte Zerstörung, eine wirre Zerreissung und Zertrümmerung vorfindlicher Ordnung. Woher nun diese Verschiedenheit in den Wirkungen einer und derselben Potenz? Warum die Unähnlichkeit, mit welcher Hebungen von Gesteinschichten in der historischen Zeit gegen jene Emportreibungen erfolgen, wie sie von der Hebungstheorie in unbekannte Zeiträume hinein verlegt werden? Sonst schliesst man aus Verschiedenartigkeit in den Wirkungen auch auf Verschiedenartigkeit in den Ursachen; die Hebungstheorie stellt auch in diesem Falle die logischen Gesetze auf den Kopf. Da hat freilich Leonhard Recht zu sagen, das Studium erloschener Feuerberge sei wichtiger als das der brennenden, denn indem diese eher gegen die Hebungstheorie ein Zeugniss ablegen, kann man als erloschene Vulkane auch solche ansehen, die es niemals gewesen sind, und von ihnen Operationen herleiten, die von ihnen niemals ausgeübt wurden.

Welche Verwüstungen sollte man nicht erwarten, wenn durch den gewaltsamen Andrang der Granite, Syenite, Porphyre, Trachyte und der mancherlei Trapparten von unten her die geschichteten Massen aus der söhligen Lage in die aufgerichtete gebracht worden wären. Sollten da nicht allenthalben die Schichten zerbrochen und zerstückt sein und zwischen ihren Trümmern die Urheber dieser Verwüstung sich zeigen? Ist dies aber, fragt Kühn * mit Recht, der Anblick, den die geschichteten und namentlich die Ur- und Uebergangsgebirge gewähren? In welchem ausgedehnten Bereiche finden wir nicht die Schichten derselben, ohne irgend eine bedeutende Trennung ihres Zusammenhangs, bald ein Stück söhlig fortsetzen, bald sich in Form ungeheurer Kuppeln wölben, bald mehrmals hinter einander gewaltige Falten werfen?

Ein lehrreiches Beispiel gewähren uns in dieser Beziehung die Kohlenlager der grossen Kohlengebirgs-Ablagerung von St. Etienne und Rive de Gier. Ohne Zerreissung folgen sie da, wo sie dicht an dem Urgebirgsrande des von dem Kohlendepot erfüllten Beckens hinlaufen, sämmtlichen Biegungen dieses Randes. Kann eine solche Integrität mit dem vulkanischen Aufsteigen der Urgebirge in Konkordanz gebracht werden? Eben so setzen die Kohlenlager des Burgker und Potschappler Kohlenreviers über den Rücken, in welchen der Porphyr des hohen Eichberges ausläuft, ohne alle Unterbrechung hinweg. In diesen und andern Fällen aber den Schichten eine Duktilität zuzuschreiben, vermöge welcher sie sich stellenweise auf das Doppelte und Dreifache ihres ursprünglichen Flächeninhaltes, ohne zu zerreissen, hätten ausdehnen oder überhaupt nur im starren Zustande sich wie Wachs hätten biegen lassen, ist eine von den Hypothesen, die man in Ermangelung fester Haltpunkte zu Hülfe ruft, dadurch aber den alten Räthseln, statt sie zu lösen, nur noch neue zufügt.

Saussure **, indem er die sonderbar gekrümmten Schichten beschreibt, die er am Wege nach St. Martin fand, bemerkt, dass die Masse nicht nur weich gewesen sein müsse, als eine Störung auf sie einwirkte, sondern dass sie auch mit einer Zartheit behandelt worden sei, die zu beschreiben unmöglich wäre. Mit ihm behaupten wir: „es liegt nicht in der Natur gewaltsamer Konvulsionen, den Zusammenhang von Theilen so sorgfältig zu bewahren."

Das Vorstehende wird hinreichen, um darzuthun, dass die ganze Hebungstheorie mit ihrer Lehre von dem relativen Alter der Gebirge nichts mehr und nichts weiter als eine auf Scheingründen beruhende Hypothese ist, die eben deshalb nur so lange eine Gültigkeit behaupten kann, als jenen ihr fingirter Werth belassen wird. Bereits hat die Hebungstheorie ein schmerzliches Opfer bringen müssen. Beaumont war nämlich zu dem „unerwarteten" Resultate gekommen, dass

* Handb. der Geognosie II. Abschn. 6.

** *Voy. aux Alpes II. p.* 175.

die gleichzeitigen Gebirge Ketten bilden, die sämmtlich einem grössten Kreise der Erdkugel parallel sind. Mit dieser Behauptung war er aber auf ein ungünstiges Gebiet gerathen, aus dem Bereiche hypothetischer Spekulationen über die Momente der Vergangenheit, wo er sich hätte halten können, war er auf die thatsächlichen Erscheinungen der konkreten Wirklichkeit übergegangen. Hier waren denn doch die Missgriffe zu gross, als dass nicht die eigenen Freunde sich hätten aufmachen müssen, um dieses unerwartete Resultat, das E. de Beaumont gefunden, als ein rein nichtiges hinzustellen.

Noch eine andere wesentliche Modifikation hat sich die Hebungstheorie gefallen lassen müssen. Man hat nämlich jetzt gefunden, dass die Gebirgsketten nicht auf einen Ruck in die Höhe gestossen worden sind, sondern dass es mehrerer solcher Hebungen bedurfte. So hat man im Harzgebirge noch lange vor dem Emporsteigen des dortigen Granits und Porphyrs bereits sieben solcher Hebungen nachweisen wollen. Und da man mit blosen Längsspalten nicht mehr zur Erklärung ausreichte, so hat man auch Durchkreuzungen und krumme Spalten zu Hülfe genommen. So häufen und durchkreuzen sich Hypothesen der wunderlichsten Art und auf diesem Wege hofft man zu einem Verständniss der Wunder der Gebirgswelt zu gelangen. Statt aus der Hypothesensucht der früheren Zeiten hinsichtlich der Erdbildung herauszukommen, ist man erst jetzt recht hineingerathen und sperrt sich dadurch den Weg zur unbefangenen Prüfung der Thatsachen. *

VIII. KAPITEL.

Folgerungen aus den Uebergängen der Gebirgsarten ineinander. Metamorphismus und Kontakterscheinungen.

Die Folgerungen, welche sich aus den gegenseitigen Uebergängen der zur Gruppe der Kieselreihe gehörigen Gebirgsarten ergeben, sind

* Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass in der Sitzung der pariser Akademie vom 2. April v. J. auch Constant Prevost [Augsb. allgem. Zeit. Beil. zu N. 114] gegen die übertriebene Anwendung der Hebungstheorie mit grosser Entschiedenheit aufgetreten ist. Er machte darauf aufmerksam, dass L. v. Buch mit dem Worte Emporhebung zuletzt einen ganz andern Begriff als im Anfange verband, während E. de Beaumont in seiner Theorie der Gebirgssysteme das Wort Hebung sorgfältig vermeide und dafür Fältelung, Verschiebung u. s. w. anwende, so dass man jetzt nicht wisse, ob Letzterer mit dem Worte Hebung noch denselben Begriff verbinde wie Buch vor 1830. Man ist also selbst nicht einmal über den Begriff dieses Wortes dermalen mehr einig, was freilich nicht zu verwundern ist.

für die Theorie der Gebirgsbildung wie für die Systematik so bedeutend, dass wir diese innigen Verwandtschaftsverhältnisse hier in einem besonderen Kapitel näher beleuchten wollen, wenn gleich Manches davon eine genauere Kenntniss der Felsarten voraussetzt, die erst im Nachfolgenden gewährt werden kann.

Mit N. v. Fuchs bin ich überzeugt, dass der grösste Theil des Thones als ein chemisches Gebilde zu betrachten ist und zwar hauptsächlich als ein Thonerde-Silikat mit überwiegender Kieselerde. Mit Thon schliesst sich in der Gebirgswelt die Reihe der Tripelverbindungen von Kieselerde, Thonerde, Kali etc. Mit dieser Ansicht steht freilich die fast allgemein verbreitete in Widerspruch, dass nämlich Thon — und in dieser Kategorie stehen auch Sand und Sandsteine — weiter nichts als Residuum der durch mechanische Gewalten zertrümmerten ältern Gebirgsarten sei.* Es mag allerdings ein Theil derselben einen solchen Ursprung haben, allein ein noch weit grösserer ist gewiss gleichartiger Entstehung mit den ältern Felsarten, nur mit dem Unterschiede, dass der Krystallisationsprozess bei der Thonbildung im Erlöschen war. Der regelmässige und häufige Wechsel von Thon mit Kalk und Sandsteinen kann meiner Ueberzeugung nach nicht anders als in der gleichzeitigen und gleichartigen Bildung — die letztere mit der erwähnten Beschränkung — dieser sämmtlichen Gebilde ihre Erklärung finden.

Während die gewöhnlichen Thone im Wasser sich zertheilen lassen, ist dies mit dem Thonschiefer nicht mehr der Fall. Er ist ein feines Gemenge von Kieselerde und Glimmer, wozu sich auch öfters noch andere Silikate, wie Feldspath, Talk, Chlorit und Hornblende, gesellen, welche in den Urgebirgsarten deutlich ausgebildet, hier aber in der Ausbildung zurückgeblieben und meist unkenntlich sind. Die Kieselerde ist überwiegend über die Thonerde. Die Schichtung ist ausgezeichnet; Versteinerungen sind bald vorhanden, bald fehlend; die Unterscheidung hiernach in Uebergangs- und Urthonschiefer ist von keinem wesentlichen Belange.

Von diesem Thonschiefer aus findet nun der innigste und ausgezeichnetste Uebergang in Glimmerschiefer, Gneiss, Gneiss-Granit und Granit statt. Diese Uebergänge sind so gewöhnlich, dass ich mich begnügen kann, mich einfach auf die desfallsigen Nachweisungen von K. von Raumer, Kühn, Gumprecht, de la Beche, Keilhau, Fr. Hoffmann u. A. zu beziehen. Auch der Letztere steht nicht an zu erklären, dass wenigstens Glimmerschiefer, Thonschiefer, Schieferthon und Schieferletten nur Glieder einer und derselben Substanz zu sein scheinen.

Wie aber vom Granit aus in Thon, so sind andererseits von ihm aus bis in den Sand die stufenweisen Uebergänge zu verfolgen. Vom

* Forchhammer betrachtet den in ganz Dänemark gewöhnlichen gelben Thon als zersetzten skandinavischen Granit, dessen Glimmer fein zertheilt worden, dessen Quarz als Sand, dessen Magnet- und Titaneisen als Eisen- und Titanoxyd ihm beigemengt ist. Ohne gerade diesen sekundären Charakter verbürgen zu wollen, wollte ich hier nur vielmehr auf die Gemengtheile des genannten Thones aufmerksam machen.

Granit geht es zum Thonschiefer herab, der unmittelbar in den Grauwackenschiefer übergeht und dieser wieder in die sandsteinartige Grauwacke.* Hiermit sind wir aber bereits im Gebiete des Sandsteines, der, wenn ihm mitunter (wie im pariser Tertiärgebirge) das Bindemittel fehlt, in der Form des Sandes als eine mit Kalkbildungen wechselnde ursprüngliche Gebirgsart auftreten kann. Dass im Sandsteine nicht selten die drei Gemengtheile des Granits ausgeschieden sich einstellen, ist schon erwähnt. Mit gehöriger Steigerung des krystallinischen Bildungsprozesses könnte demnach aus Sandstein so gut als aus Thon oder Thonschiefer der vollkommenste Granit hervorgehen. Hieraus wird es verständlich, wie die Granitbildung im Uebergangsgebirge und, wie es immer wahrscheinlicher, auch noch im Flötzgebirge sich wiederholen konnte. Das Material dazu war gegeben, es bedurfte nur einer günstigen Anregung, um in seiner granitischen Vollkommenheit sich auszubilden.

Auf die innige Beziehung des Porphyrs zu Sandsteinen einerseits, wie zu Graniten andererseits, ist schon aufmerksam gemacht worden.

Stellt sich im granitischen Gebirge statt des Glimmers Hornblende ein, so entwickelt sich daraus der Syenit, dessen wesentliche Gemengtheile Feldspath und Hornblende sind, im körnigen Gefüge miteinander verbunden. Granit, Porphyr und Syenit sind, wie dies schon K. v. Raumer gezeigt hat, eine und dieselbe Formation in verschiedenen Modifikationen auftretend, die bald scharf von einander geschieden, bald so in einander verlaufend sind, „dass von einer Grenze gar keine Rede sein kann.“

Indem der Syenit mehr Hornblende aufnimmt, geht er in Grünstein** oder Trapp über; ein sehr mannigfaltiges Gebilde, das

---

* Als ein recht auffallendes Beispiel hievon führt Kühn in seinem Handb. der Geognosie die Gegend von Penig am Fusse des Erzgebirges bis gegen das Fichtelgebirge an. Auf den Granit folgt daselbst Gneiss, der in den engsten Verwandtschaftsbeziehungen zu jenem steht. Dieser Gneiss geht weiter hin in dünnschieferigen Glimmerschiefer über, der bereits untergeordnete Thonschiefer-Massen einschliesst. Noch weiterhin verläuft sich der Glimmerschiefer in Thonschiefer, dem man an dem glimmerähnlichen Glanze die Entwickelung aus dem vorhergehenden Gesteine noch eine grosse Distanz hindurch ansieht. Zuletzt fangen diese Schichten an, matteres Ansehen und im Kleinen einen unebenen und zuweilen fast erdigen Bruch anzunehmen, und bald stösst man nun auch auf Grauwacke.

Noch erwähne ich ein anderes Beispiel, das Escher von der Linth (Verh. der schweiz. naturf. Gesellsch. Zürich 1841) aus dem Kanton Glarus anführt. Man sieht daselbst einen vollständigen Uebergang aus Granit und Gneiss durch quarzige und kalkige Schiefer in rothe Sandsteine und Konglomerate, die selbst wieder Mandelsteine und Thonporphyre in untergeordneten Lagern enthalten und theilweise allmählig in sie übergeben.

** Auch selbst die Grauwacke tritt häufig in sehr inniger Beziehung zum Grünsteine auf. So ist nichts gewöhnlicher als den Grauwackenschiefer durch Ueberhandnehmen der Quarzpartien in Quarzfels und durch allmählige Einmengung von Hornblendeblättchen oder Feldspath- und Hornblende-Theilchen endlich ganz in Hornblendeschiefer, Grünstein und Grünsteinschiefer übergehen zu sehen. (Kühn a. a. O. 2. Bd.)

sowohl im quantitativen Verhalten seiner Gemengtheile als in der Strukturbeschaffenheit ungemein wechselt und hiernach bald als Grünsteinsyenit, Diorit, Aphanit, Hornblendeschiefer etc. unterschieden wird.

Mit den Grünsteinen vom Ural ist der unmittelbare Uebergang der Hornblende- in die Augitgesteine gegeben. Es sind selbige Porphyre mit Hornblendekrystallen, welche aber die gewöhnliche Form und einen Kern von Augit haben. Die porphyrartigen Augitgesteine, der eigentliche Augitporphyr, stellen mannigfaltige Gemenge von Feldspath und Augit dar. Krystallinisch körnige Gemenge von Feldspath (Labrador) und Augit, denen sich zuweilen auch Hornblende und Magneteisenstein beigesellen, führen den Namen Dolerit. Durch Feinerwerden des Korns geht dieser allmählig in Basalt über, der sich von jenem hauptsächlich durch die Gegenwart des chemisch gebundenen, Zeolithe bildenden Wassers unterscheidet.

Dem Basalte werden wir noch auf einem andern Wege vom Urgebirge aus zugeführt; das vermittelnde Glied ist der Trachyt, der für einen unvollkommen ausgebildeten oder in der Bildung gestörten Granit anzusehen ist, bei dessen Entstehung eine höhere Temperatur mit im Spiele gewesen sein dürfte. Dem Granite am nächsten steht der Trachytporphyr, der in einer homogenen krystallinischen Feldspathmasse, nebst einzelnen kleinen Krystallen von glasigem Feldspathe, häufig Quarzkrystalle und Glimmer enthält, ohne Beimengung von Hornblende, Augit und Titaneisen. Wie aber der Trachytporphyr in eigentlichen Trachyt übergeht, so findet von diesem aus ein weiterer Uebergang in den Dolerit und durch denselben in Basalt statt. *

So zeigt sich also in den gemengten Gebirgsarten der Kieselreihe bei grosser Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit gleichwohl eine nahe Verwandtschaft, die zwischen den beiden äussersten Gliedern dieses Gebietes durch eine Menge Zwischenglieder hergestellt wird. Frei ausgeschiedene Kieselerde und zwei ihrer wichtigsten thonerdehaltigen Silikate, der Feldspath und Glimmer, sind es, die in gesammter oder theilweiser Verbindung mit einander, oder durch vikarirende Gebilde vertreten, den ganzen Kreis dieser Gebirgsarten ausfüllen. Schon im Granite und in den ihm zunächst verwandten Gesteinen sind die Gemengtheile, Hornblende und Magneteisen, mitunter vorfindlich, welche nachher im Trappgebirge sich geltend machen; daher kein Wunder, dass diese sich bereits mit untergeordneten Lagern in den granitischen Gebirgen einstellen.

Wie im Glimmerschiefer Quarz und Glimmer den Feldspath ganz verdrängen, oder doch wenigstens in seiner Theilnahme an der Bildung des Gemenges sehr beschränken, so tritt der umgekehrte Fall

---

* Auf einige Fälle, wo Granit in Basalt übergeht, macht unter andern auch Bronn im Handb. einer Gesch. der Natur I, S. 314 aufmerksam. Den Uebergang des Grünsteins in Hornfels und Granit kann man recht deutlich am Harze sehen.

im Trappgebirge ein, wo Feldspath und Hornblende (oder der sie vollständig vertretende Augit) den Quarz zurückdrängen, oder wie im Dolerit und Basalte, ihn fast ganz ausschliessen. Eine überaus grosse Reihe von Gesteinen ergiebt sich aus den mannigfaltigen Kombinationen ihrer Gemengtheile, die fast die ganze Summe der möglichen Verbindungen erschöpfen, dadurch aber in vielfache Verkettungen miteinander gerathen und deutliche Uebergänge aufweisen.

Recht deutlich sind diese, um ein Beispiel anzuführen, in den südlichen tyroler Alpen wahrzunehmen, von wo sie neuerdings der Bergverwalter W. Fuchs in seinem höchst lehrreichen Werke: „die Venetianer Alpen" geschildert hat. Granit, Syenit, Grünporphyr, Aphanit, Augitporphyr und Basalt sind dort die Hauptformen, unter welchen die massigen Gebilde der Kieselreihe auftreten und durch Uebergangs- und Zwischenglieder von der mannigfachsten Struktur und Zusammensetzung zu einer einzigen Gruppe sich verbinden. Was Gumprecht vom theoretischen Standpunkte aus behauptete, nämlich die Möglichkeit einer gleichzeitigen Bildung von Granit, Porphyr, Melaphyr (Augitporphyr) und Basalt, je nach der verschiedenen Kombination der vorhandenen Elemente des Bildungsmaterials, dies findet sich in der Wirklichkeit in den südlichen Alpen durchgeführt.

So weit würde sich nun auch die vulkanistische Schule mit der Nachweisung der gegenseitigen Uebergänge der granitischen Gebilde in die Trappgesteine zufrieden geben, falls man sie nur bei ihrer Ansicht von dem pyrogenischen Ursprunge aller dieser Felsarten belassen wollte. Ja es würden diese Uebergänge sogar ihrer Theorie zu einer nicht geringen Unterstützung gereichen, sobald man nur die ausschliesslich feurige Abstammung des Basaltes, für dessen Lavanatur sie allerdings am ersten Gründe aufbringen kann, ihr einräumen würde. Von ihm aus ging es dann durch Dolerite und Diorite hinunter in den Syenit und somit bis zum Granit, den sie in solcher Weise ganz konsequent den vulkanischen Erzeugnissen zuwenden könnte, was ihr auf ihrem gewöhnlichen Beweiswege, wie sie sich es selbst nicht verhehlen kann, doch nicht mit der hinreichenden Evidenz gelingen will.

Ein Uebelstand ist es nur, der sie vor dem Betreten dieses Weges stutzig macht. Geht man nämlich auf demselben weiter, so kommt man aus dem Gebiete der massigen granitischen Gesteine plötzlich in das der geschichteten, in den Gneiss und Glimmerschiefer. Einmal aber hier angelangt, geht es unaufhaltsam fort in den Thonschiefer mit seinen Versteinerungen und in den Grauwackenschiefer mit seinen Konglomeraten und von da aus weiter in das ganze Sandsteingebiet, in welches man überdies noch vom Porphyre aus geführt wird. Hiermit wäre man aber auf zwei grossen Heerstrassen ins neptunische Gebiet übergetreten, zu welchem man auf solche Weise nicht gelangen will. Es könnte nämlich bei solcher Oeffnung des vulkanischen Gebietes den Neptunisten in den Kopf kommen, von ihrem Territorium umgekehrt in jenes überzugehen und ein Stück nach dem

andern aus demselben sich anzueignen. Ganz unbestritten gehören den Neptunisten die Sandsteine, Grauwacken und die versteinerungsführenden Thonschiefer. Von diesen aus geht es aber durch die versteinerungsleeren Thonschiefer und die Glimmerschiefer unmittelbar in die massigen granitischen Gesteine und von diesen aus in die Trappgebilde, bis man am entgegengesetzten Ende bei dem Basalte anlangt, und diesen, nebst der ganzen, vom Sandsteingebiete an durchlaufenen Reihe, dem neptunischen Bereiche vindizirt. Vergebens berufen sich alsdann die Vulkanisten zur Sicherung ihres Gebietes auf die basaltischen Laven, deren feurige Entstehung noch jetzt erfolge. Ihre Gegner gestehen ihnen das Letztere zu, machen sie aber auf den bedenklichen Unterschied zwischen basaltischen Laven und echten Basalten aufmerksam und dass die Zugeständnisse für die ersteren keineswegs den letzteren zu Gute kämen.

Offenbar sind bei dieser Beweisführung die Neptunisten im entschiedensten Vortheile gegen ihre Gegner. Ihr Ausgangspunkt ist ein durchaus gesicherter und unangreifbarer; Freund und Feind müssen es zugestehen, dass Sandsteine, Grauwacken und versteinerungsführende Thonschiefer lediglich und allein dem neptunischen Gebiete zuständig sind. Anders ist es bei dem Ausgangspunkte der Vulkanisten, bei dem Basalte. Hier ist schon gleich das Hauptfundament nicht gesichert und wird von dem Neptunismus mit gutem Rechte in Anspruch genommen. Und im Fortgange ergiebt sich für sie das noch unerfreulichere Resultat, dass sie mit unvermeidlicher Nothwendigkeit aus dem Bereiche der massigen Gebilde in die geschichteten hinübergeführt werden und hiemit dem Feinde sich selbst in die Hände liefern.

Um diesem Schicksale zu entgehen, haben die Vulkanisten in ihrer peinlichen Verlegenheit zu einem desperaten Mittel gegriffen und den gordischen Knoten, weil er nun einmal nicht zu lösen war, ohne Weiteres zerhauen. Gegen den Basalt hin schien es ihnen nicht nöthig, weitere Vorkehrungen zu treffen, wohl aber gegen den Thonschiefer. Hier glaubten sie sich dadurch zu helfen, dass sie den Glimmerschiefer mit Gewalt seiner Allianz mit dem Thonschiefer entrissen. diesen, weil's nun einmal nicht zu ändern war, dem neptunischen Reiche beliessen, jenen dagegen, trotz alles Widersträubens, dem vulkanischen einverleibten. Die Okkupation ging theils mit offener Gewalt, theils mit Vorschiebung von einigen Rechtstiteln vor sich.

Auf ersterem Wege eignete man sich die entschieden geschichteten granitischen Gesteine, den Gneiss und Glimmerschiefer, an, indem man ihnen nur „schichtenähnliche Phänomene" zuschrieb, weil eine unumwundene Anerkennung ihrer Schichtung „bei solchen Gebilden feurigen Ursprungs unverträglich gewesen wäre mit den ersten Grundprinzipien der Geognosie."

Als Rechtstitel für die Besitzergreifung der geschichteten granitischen Gesteine berief man sich auf die neuerfundene Lehre vom Metamorphismus, indem man von Seiten der Majorität in der

vulkanistischen Schule erklärte, dass Gneisse und Glimmerschiefer weiter nichts als geschmolzene Thonschiefer wären. Der Granit sei es, der im feurigen Flusse ergossen, eine solche Hitze verbreitet hätte, dass die Thonschiefer dadurch in Glimmerschiefer und wohl auch in Gneisse metamorphosirt worden seien. Als Beweise hiefür galten, dass der Thonschiefer in der Nähe von massigen granitischen Gesteinen gehärtet, glimmerreich und von vielerlei Mineralien erfüllt würde.

Mit Widerlegung dieser höchst schwach motivirten Meinung darf ich mich kurz fassen, da Keilhau * sie schon nach Gebühr abgewiesen hat und ich daher auf ihn mich berufen kann. Schon der Anblick einer geognostischen Karte genügt, um aus dem lächerlichen Missverhältnisse, in welches die Wirkung zur Ursache gesetzt wird, den Stab über eine solche Hypothese zu brechen. Gneiss und Glimmerschiefer nämlich kommen in vielen Gegenden in so gewaltiger Ausbreitung vor, und greifen auf so ungeheure Erstreckungen über alle massigen Gebirgsarten hinaus, dass es durchaus ungereimt ist, aus der ausstrahlenden Gluth der letztern die Umschmelzung der geschichteten Massen ableiten zu wollen.

Die Annahme der Metamorphosirung ist aber auch eine ganz unnöthige, da in dem Thonschiefer ohnedies schon die Gemengtheile der granitischen geschichteten Gebirgsarten enthalten sind, und es daher nur eines markirteren Auseinandertretens jener bedarf, um letztere hervorzurufen, was denn auch durch die ausgezeichnetsten Uebergänge des Thon- in Glimmerschiefer dargethan ist.

Glimmerschiefer und Thonschiefer wechseln häufig miteinander und schliessen sich in untergeordneten Lagern ein. Warum wurde der eine Theil umgeschmolzen, der andere nicht? Diese Frage ist besonders da zu stellen, wo Gneiss und Glimmerschiefer es ist, die als untergeordnete Lager vom Thonschiefer umschlossen werden. Bei Schwarza im thüringer Walde findet sich ein grobfaseriges Gneisslager, dessen Glimmer eine thonschieferähnliche Beschaffenheit hat. Hier ist ja, rufen die Vulkanisten, der Umschmelzungsprozess klar dargethan. Zugestanden, dann aber muss die Umschmelzung auf nassem Wege vor sich gegangen sein; denn jenes Gneisslager liegt im Grauwackenschiefer.

Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Thonschiefer gegen die Grenze von massigen granitischen Bildungen hin fester und härter werden, indem sie Kieselgehalt aufnehmen, der immer mehr wächst, je näher die Schiefer der Grenze treten. ** Beispiele der Art

---

* Einiges gegen den Vulkanismus. S. 72.

** Mit Recht bezieht sich hierbei Keilhau (a. a. O. S. 41) auf die Beobachtung von P. Hunter, dass um die, in dem bekannten *Dirt bed* auf Portland vorkommenden, gleichsam zu einer Quarzmasse umgewandelten Stämme herum die Felsart härter wird, indem der Kieselgehalt darin (gewiss nicht auf plutonische Art) vermehrt wurde Trotz des Unterschiedes in den Grössen- und Entwickelungsverhältnissen hat man doch hierin ein erläuterndes Analogon zu der Silifikation der Schieferschichten in der Nähe der Granitgrenzen.

habe ich schon vom Harze und von den sächsischen Elbgegenden angeführt. Mit besonderer Ausführlichkeit hat Keilhau in der Gaea Norvegica diese Erscheinungen in der Gegend von Christiania beschrieben. Die Vulkanisten wissen sich dieselben nun ganz einfach aus der Umschmelzung zu erklären, welche die Thonschiefer von der Gluth der aufsteigenden Granite erlitten haben. Sie finden es glaublich, dass Granit und Syenit bei Christiania im Stande waren bis auf eine Entfernung von 400 Ellen hin den Thonschiefer durch die von ihnen ausstrahlende Hitze zu erhärten. * Wer aber weiss, auf welche geringe Distanz hin ein Kalkofen oder Hohofen Veränderungen in den ihn umgebenden Gesteinen bewerkstelligen kann, der muss sich über die Leichtgläubigkeit wundern, mit der solche Behauptungen als baare Münze angenommen werden.

Auch die Mineralien, die auf solchen Berührungsgrenzen häufig zum Vorschein kommen, verdanken ihre Entstehung ganz andern Ursachen als der den granitischen Gesteinen angedichteten Gluthhitze, was schon daraus hervorgeht, dass sie nicht allenthalben in der Gesellschaft der letztern, sondern nur unter bestimmten Bedingungen gefunden werden. Ich will mich hier nur auf das berufen, was Keilhau ** hierüber anführt. „Die Kontaktmineralien", sagt er, „und die Veränderungen in gewissen Gebirgsarten, indem sie aneinander grenzen, sind überall vorhanden, wo die granitischen Gebilde den Kalkstein und die Schiefer der Uebergangsformation berühren, dagegen nirgends, wo eben dieselben granitischen Massen die Urschiefer berühren. Wo die dunklern Porphyre im Kontakte mit dem Sandsteine sind, ist dieser unverändert und jene eigenthümlichen Mineralbildungen sieht man hier nirgends; ebenso wenig verändert der Euritporphyr den Alaunschiefer, dagegen wird der Thonschiefer wieder modifizirt und die Kontaktmineralien werden hervorgerufen, wo die Uebergangsschiefer die Urschiefer berühren. Betrachtet man neben diesen in grösster Regelmässigkeit hervortretenden Verhältnissen Umstände wie folgende: dass die in einer Kontaktregion veränderten Schieferstraten zuweilen unveränderte Schichten zwischen sich und der Masse haben, in deren Umgebung die Veränderungen bemerkt werden, ferner dass, wo zwei Felsarten, von denen die eine bei Berührung mit der andern in der Regel modifizirt wird, noch mit einer dritten Masse zusammentreffen, dies bewirken kann, dass die sonst gewöhnliche Modifikation nicht stattfindet, — so haben wir, in allem diesem zusammengenommen, Data, eine eigenthümliche Klasse von Phänomenen betreffend, womit die Ansichten der Vulkanisten unvereinbar sind. Wo umgeänderte Schichten durch unveränderte von derjenigen Masse geschieden sind, welche doch ganz sicher ein Motiv zur Veränderung abgegeben hat, sehen wir es ja völlig

* Bronn Handb. einer Gesch. der Natur I. S. 392.

** A. a. O. S. 36.

geradezu vor unsern Augen, dass dieses Motiv jedenfalls nicht dasjenige war, welches die Vulkanisten anführen."

Im Auftreten der Kontakterscheinungen liegt also eine Gesetzmässigkeit, aber diese anzuerkennen hat für den Vulkanismus etwas Widerliches, da seine Wirksamkeit eine ungeregelte und ungezügelte ist.

Die Kontakterscheinungen, obwohl am gewöhnlichsten da, wo massige und geschichtete Gebirgsarten zusammen stossen, sind gleichwohl nicht allein an diese Bedingung gebunden. Sie finden sich auch da, wo zwei geschichtete Formationen oder auch zwei verschiedene Lagenmassen einer und derselben Formation die hier nothwendige Differenz darbieten. Keilhau führt mehrere Beispiele der Art an, von welchen ich nur bemerklich machen will, dass das berühmte Erzlager im Rammelsberge bei Goslar seinen Platz zwischen Kalkstein und Grauwacken- oder Thonschiefer hat. In ähnlicher Kategorie mit den Schiefern findet sich auch der Kalkstein, indem er durch Körnigwerden gleichfalls eine Umänderung an den Granitgrenzen erfährt. Dagegen führt Keilhau auch Fälle an, wo der körnige Kalk für sich in vollkommener Unabhängigkeit von den Gesteinen vorkommt, von welchen der Metamorphismus ausgeübt werden soll. Solche Verhältnisse weisen mit Entschiedenheit auf eine andere als die von den Vulkanisten angegebene Ursache hin. Offenbar deutet Keilhau weit naturgemässer diese an, wenn er annimmt, dass durch Berührung zweier heterogenen Massen mit einander Kräfte in Aktion gebracht werden, deren Wirksamkeit sich durch die Kontakterscheinungen beurkundet. Es ist hiermit freilich noch lange nicht das Wesen dieser Kräfte gekannt und die Bedingungen, unter welchen sie in Thätigkeit treten, aber ihre Voraussetzung weist wenigstens auf eine Gesetzmässigkeit hin, aus der solche Erscheinungen abgeleitet werden müssen und regt an, dieselbe kennen zu lernen, während mit der Verweisung auf das Feuer alle weitere Forschung abgeschnitten ist. *

Sehr treffend bemerkt Keilhau, dass Niemand, der schnell und leicht mit der Frage über den Ursprung der hier betrachteten Gebirgserscheinungen fertig werden wolle, sich auf etwas Anderes als den Vulkanismus einlassen dürfe. Seine Theorie sei höchst simpel und fasslich. Die Operationen der Vulkane, die Veränderungen, welche Gesteine durch Hitze erfahren, seien bekannt, die Sätze über das Verhalten expansibler Flüssigkeiten, über die Wirkung grossen Druckes etc. Jedem einleuchtend. So sei der Vulkanismus bequem für den Lehrer, der ihn völlig dogmatisch vortragen könne, bequem für den Lehrling, der blos einige wenige Lehrsätze zu memoriren brauche. Alle schwierigen Probleme erledigen sich vermittelst der Berufung auf das Feuer, und man fragt gerade nicht immer sonderlich, in wie weit die Chemie hiemit einverstanden sei. Hat man es doch selbst für „nicht mehr

* Dass Kontaktwirkungen überhaupt nicht auf plutonischem, sondern auf nassem Wege erfolgen, hat neuerlich auch Bischof [Geol. II. 2. S. 1089] dargethan.

zweifelhaft" erklärt, dass der zwischen den Kalkschichten von Carrara eingelagerte Glimmer- und Thonschiefer aus Liasschiefer gebildet worden sei, obgleich der letztere von einer ganz verschiedenen chemischen Konstitution ist.

Am Schlusse dieses Kapitels habe ich noch zu erinnern, dass zwar alle Vulkanisten den Gneiss und Glimmerschiefer als Gesteine betrachten, die durch den Einfluss des Feuers gebildet wurden, dass aber nicht alle sich zu der Umwandlungstheorie verstehen, wie ich sie im Vorhergehenden angeführt habe. LYELL, * um die Einwendung zu umgehen, dass von angrenzenden Granitmassen aus nicht die Umwandlung erfolgt sein könne, bemerkt, dass die Theorie nicht nothwendig auf dieser Annahme bestehe, sondern nur die Voraussetzung verlange, dass eine in irgend einer Tiefe wirksame Aktion von thermaler, elektrischer oder anderer Art und analog mit der, welche in der Nähe der Granitmassen ausgeübt wurde, im Verlaufe langer Fristen und vielleicht von einer grossen erhitzten Oberfläche ausgehend, Straten in der Mächtigkeit von Tausenden von Ellen in einen halbflüssigen Zustand gebracht habe, so dass sie unter der Abkühlung krystallinisch wie Gneiss wurden. — Zur Widerlegung genügt schon KEILHAU's Gegenrede, dass in Bezug auf dünne Lagen von vollkommen umgewandelten Massen, welche zwischen wenig oder gar nicht veränderten Straten liegen, es vergebens sei, die Hypothese von einer aus weiter Ferne wirkenden inneren Hitze aufrecht erhalten zu wollen.

Noch eine andere Meinung spricht C. v. LEONHARD ** aus. Während die Mehrheit der Vulkanisten mit Fingern auf die Anzeichen des Metamorphismus hinweist, erklärt er im Gegensatz zu ihnen: „kein Fall spricht meines Wissens mit entschiedener Bestimmtheit dafür, dass Gneiss oder Glimmerschiefer irgendwo als Umwandlungs-Produkt sich darstellt." Dieser Ausspruch klingt nicht sehr erbaulich für die Anhänger des Metamorphismus, und ihnen muss es anheim gestellt bleiben, nachzuweisen, ob letzterer für mehr als für ein bloses Phantasiegebilde zu halten sei. C. v. LEONHARD zählt den Gneiss und Glimmerschiefer, gleichwie den Granit, zu den uranfänglichen Erzeugnissen des allgemeinen Erdbrandes, und es gilt sonach von jenen Alles, was gegen eine solche Bildungsweise für den letzteren bereits verhandelt ist.

Auch KEILHAU bekennt sich zu der Lehre von der Umwandlung, aber freilich in einem ganz andern als vulkanistischen Sinne. Er behauptet, dass bildende Kräfte noch in hohem Grade in längst erstarrten Felsenmassen wirksam sein und daselbst weit umfassende chemische Prozesse vor sich gehen können. Auf solche Weise seien aus Thonschiefern durch allmählige Umwandlungen Granit und Syenit, aus Sandstein Porphyr entstanden. Kontaktgebilde dürften sich wahr-

* *Elements.* 1838. *p.* 251.
** Naturgesch. der drei Reiche. Geologie S. 439.

scheinlich noch fortwährend formiren, ja es wäre sogar möglich, dass selbst Granit und Porphyr noch fortdauernd sich bilden könnten.

Ich muss bekennen, dass ich auch zu dieser Auffassung der Umwandlungs-Theorie mich nicht verstehen kann, da ich mir weder von derartigen Transmutationen eine klare Vorstellung zu bilden, noch Beobachtungen zu ihren Gunsten anzuführen vermag. Die Chemie hat keine Kunde von solchen Vorgängen. Nun ist es allerdings richtig, dass hieraus noch kein dezisiver Grund gegen ihre Möglichkeit und Wirklichkeit entnommen werden kann, da immerhin die Einrede zugelassen werden muss, dass bei weiterer Ausbildung der Chemie noch Kenntniss von solchen Phänomenen gewonnen werden dürfte. Grosse Wahrscheinlichkeit ist hiefür freilich nicht vorhanden, auch ist es nicht nöthig, ins Unbestimmte zu warten, bis die Chemie der ihr vorausgeeilten Geologie nachgekommen wäre, indem die angeregten Probleme sich in anderer Weise recht gut deuten lassen. Keilhau's Satz, dass Fluidität keineswegs unerlässliche Bedingung für chemische Aktionen sei, hat Nep. v. Fuchs von chemischer Seite gerechtfertigt, indem er nachwies, dass nicht blos aus dem flüssigen, sondern auch aus dem amorphfesten Zustande krystallinische Bildungen hervorgehen können. In den angeblichen Umwandlungen der Schiefer in Granit und der Sandsteine in Porphyr sehe ich aber nur die weitere und ununterbrochene Fortbildung eines und desselben Bildungsprozesses, der aus gleichartigen Elementen verschiedene Kombinationen und Gradationen derselben hervorruft.

Noch eine andere Deutung hat in neuester Zeit der Metamorphismus erfahren, und zwar hauptsächlich durch Bischof. Von der Erfahrung ausgehend, dass noch jetzt fortwährend Neubildungen durch chemische Umwandlungsprozesse auf nassem Wege entstehen, hat er die Meinung ausgesprochen, dass viele Gebirgsarten, die man allgemein als ursprüngliche betrachtet, erst durch später eingetretenen Metamorphismus zu ihrer jetzigen Beschaffenheit gelangt, also als sekundäre Bildungen anzusehen wären. Indem ich die Beurtheilung dieser Ansicht den Chemikern anheim zu stellen habe, kann ich doch nicht umhin auszusprechen, wie es mir nicht einleuchten will, warum auf Umwegen erreicht werden soll, was ursprünglich direkt möglich ist.

IX. KAPITEL.

Theorie der Erdbildung.

> Und der Herr sprach: gürte deine Lenden wie ein Mann; ich will dich fragen, lehre mich. Wo warest du, als ich die Erde gründete? Sage mir's, bist du so klug? Weisst du, wer ihr das Maass gesetzt hat? Oder wer über sie eine Richtschnur gezogen hat? Oder worauf stehen ihre Füsse versenket? Oder wer hat ihr einen Eckstein geleget? Bist du in den Grund des Meeres gekommen und hast in den Fussstapfen der Tiefen gewandelt? Wer giebt die Weisheit in das Verborgene? Wer giebt verständige Gedanken?
>
> Hiob, Kap. 38.

Wenn man die vorstehenden inhaltsschweren Fragen in reifliche Erwägung zieht, und wenn man die vielen verunglückten und zum Theil bodenlosen geologischen Systeme ins Auge fasst, von denen Lichtenberg mit Recht sagt, dass sie zwar nicht als Beiträge zur Geschichte der Erde, wohl aber als Beiträge zur Geschichte der Verirrungen des menschlichen Verstandes anzusehen sind, so dürfte es gerathener sein, die Frage nach dem Hergange der Erdbildung bis auf Weiteres zu vertagen, als sich an dieser ungeheuern Aufgabe mit schwachen Kräften zu versuchen. Gleichwohl drängt ein tiefes Sehnen den menschlichen Geist sich der Grundursachen der Existenz bewusst zu werden, und so wird er denn immer von neuem den Versuch unternehmen, sich, soweit das Maass seiner Kräfte reicht, dieselben zum Verständnisse zu bringen. Auch die von mir im Nachfolgenden vorzuführenden Betrachtungen über die Entwickelungs- und Bildungsgeschichte der Erde sollen nur als ein schwacher Versuch betrachtet werden, einige Einblicke in das Dunkel dieser Vorgänge zu gewinnen.

Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde. — Mit diesem Satze beginnt das älteste Buch der Welt, und ich stelle ihn gleichfalls als Postulat an die Spitze der Theorie der Erdbildung, um einen festen Ausgangspunkt für diese zu erlangen.

Zwar versichern uns die Materialisten, dass sie, indem sie der Materie das Prädikat der Ewigkeit beilegen, überhaupt keines Postulates bedürftig sind. Diese Versicherung ist jedoch nur Täuscherei, denn eben dieses Prädikat ist schon ein Postulat, das weder aus Erfahrungs- noch aus Vernunftgründen annehmbar gemacht werden kann, mit diesen vielmehr im entschiedensten Widerspruche steht, und das überdies, wenn es einer wissenschaftlichen Betrachtung der Entwick-

lungsgeschichte eines Naturgebildes als Voraussetzung dienen soll, auf eine Absurdität führt, weil selbstverständlich für das, was keinen Anfang hat, eine wissenschaftliche Deduktion ebenfalls keinen Anfangs- und Ausgangspunkt, von welchem aus sie dessen Entwicklungsgeschichte ableiten könnte, zu erfassen vermag.

Wir setzen also, um für die Geogenie nicht auf gleiche Thorheit zu gerathen, die Erde als ein Geschaffenes voraus, und zu diesem Postulate muss zuletzt der Materialist, auch wenn er es unumwunden nicht zugesteht, doch greifen, will er anders mit seiner Geogenie zu einem Anfangspunkte gelangen. Das Geschaffene setzt aber wieder einen Schöpfer voraus, und zwar genügt uns, gemäss unserem an die Spitze gestellten Postulate, als solcher nicht ein mit unbewusster blinder Nothwendigkeit schaffender Weltgeist, sondern da wir eine Welt vor uns sehen voll Verstand, Weisheit und Zweckmässigkeit, so müssen wir diesen Schöpfer auch als die absolute Intelligenz, d. h. als Gott anerkennen. Aus diesem Postulate folgt von selbst, dass die Welt nicht zufällig das geworden, was sie jetzt ist, sondern dass es göttliche Absicht war, sie zu dem gegenwärtigen Zustande durch eine Reihe von Entwicklungen zu führen.

Gott der Schöpfer hat sich also nicht darauf beschränkt, aus Nichts die Urstoffe der Erde zu erschaffen und dann den Kräften, die er in sie legte, es überlassen, nach ihrem Maasse das Geschaffene zum Ziele zu führen, sondern er hat dies nach seinem freien Ermessen selbst gethan, damit nicht nur das Werdende sich überhaupt gestaltete, sondern auch die bestimmten Gestaltungen erlangte, in denen es jetzt vorliegt. Er hat sich nach Beendigung seines Schöpferwerkes der von ihm geschaffenen Welt nicht entäussert, seine Macht keineswegs an die Naturgesetze abgetreten, die nunmehr statt seiner regieren, sondern er hat als absoluter Selbstherrscher das Regiment beibehalten, und er ist es selbst, der seine Welt fortwährend auch noch erhält. Gott der Schöpfer ist zugleich Gott der Erhalter, denn die Naturgesetze sind nur Erscheinungen seines göttlichen Waltens; er trägt alle Dinge mit seinem kräftigen Worte. Und weil die Welt sein Werk und er ihr unbedingter Selbstherrscher ist, hat er auch Recht und Macht mit ihr zu thun, was er in seinem Rathschlusse über sie zu bestimmen für gut findet.

Indem demnach die Geogenie von dem Postulate, die Erde als eine Schöpfung Gottes zu betrachten, auszugehen hat, hiemit ihr also auch ein bestimmter, im Laufe der Zeiten in die Erscheinung getretener Anfang ihres Gegenstandes gegeben ist, hat sie für die Beschaffenheit dieses Anfanges den zweiten Vers des mosaischen Schöpfungsberichtes: „und die Erde war wüste und leer“, sich gleichfalls anzueignen. Wollen wir nämlich von einer Schöpfungsgeschichte reden, so können wir nicht annehmen, dass die Erde auf des Schöpfers Machtwort gleich in einem Nu aus dem Nichts in ihrer vollendeten Gestalt hervorging, denn dieser Vorgang läge vor dem Anfange der wissenschaftlichen Aufgabe, die wir uns hier gestellt haben;

eine Geogenie wäre für uns eine Unmöglichkeit und wir müssten uns blos auf eine Geognosie beschränken, d. h. wir hätten uns lediglich mit der Ermittelung des fix und fertigen Thatbestandes zu befassen, und müssten auf die Geschichte seiner Entwicklung, weil er eine solche nicht durchlaufen hätte, Verzicht leisten. Nun berichtet uns aber nicht blos die mosaische Urkunde von einer Entwicklungsgeschichte der Erde, sondern die Geologie und Paläontologie weist ebenfalls überzeugend nach, dass eine solche in der That stattgefunden und dieser Weltkörper erst durch allmähliges Fortschreiten zu seinem jetzigen Zustande sich ausgebildet hat. Die Erdbildung hat demnach wirklich eine Geschichte.

Unter dieser Voraussetzung ist die erste Frage: von welcher Beschaffenheit war der uranfängliche Zustand der Erde, von dem aus ihre Entwicklungsfolge sich abgesponnen hat? Die Antwort hierauf ist sowohl von den Weisen des Alterthums als von der neueren Chemie eine gleichlautende. Die mosaische Urkunde bezeichnet diesen Zustand als eine Wüste und Leere [Tohu va Bohu], die griechischen Philosophen als Chaos, was gleiche Bedeutung hat, der römische Dichter schildert ihn ähnlich:

> *unus erat toto naturae vultus in orbe,*
> *quem dixere Chaos, rudis indigestaque moles.*
> *Ovid metam.*

Die Chemie benennt diesen Zustand den amorphen. Was nämlich in der Welt der Sichtbarkeit Gestalt und Form hat, von dem muss vorausgesetzt werden, dass es, insofern es eine Entwicklung durchlaufen, einmal ungestaltet, ungeformt, amorph war. Will der Chemiker einen Körper für sich neu gestalten, oder will er aus zweien einen neuen hervorbringen oder überhaupt Körper in Wechselwirkung miteinander versetzen, so muss er sie zuerst aus dem gestalteten in den ungestalteten, amorphen Zustand überführen, und hiezu hat er zwei Mittel: das Wasser und das Feuer, durch welche er sie in den flüssigen, d. h. amorphen Zustand bringen und dadurch zu neuen Gestaltungen und Wechselbeziehungen veranlassen kann, daher der alte Satz: *corpora non agunt nisi fluida.* Es ist deshalb nicht eine willkürliche Annahme, den Urzustand der Erde als einen amorphflüssigen aufzufassen, sondern er ist die von der Chemie gestellte *conditio sine qua non.* Da man aber aus alten Zeiten her weiss, dass zwei Wege zur Herbeiführung eines solchen uranfänglichen amorphen Zustandes vorliegen: das Feuer und das Wasser, so entstand die Frage, ob man sich die Erde ursprünglich feuerflüssig oder wasserflüssig zu denken habe, und da man sich hierüber nicht zu einigen vermochte, so entstanden zwei Schulen, die vulkanistische und die neptunistische, deren jede Gründe zu ihren Gunsten aufzuzeigen hat. Mit der Darstellung dieser beiden Theorien und der Prüfung ihrer Argumente nach ihren allgemeinsten Beziehungen hat das gegenwärtige Kapitel sich zu befassen.

1. Der Vulkanismus.

Mit der Darlegung der Theorie von der Bildung der Erde aus einem uranfänglichen feuerflüssigen Zustande, der Theorie des Vulkanismus oder, wie man ihn jetzt lieber nennen hört, des Plutonismus, können wir uns hier kurz fassen, weil diese Ansicht dermalen in allen geologischen Lehrbüchern ausführlich entwickelt ist und daher dort weiter eingesehen werden kann.

Nach der in der vulkanistischen Schule herrschenden und auf die gewichtige Autorität von Laplace gestützten Ansicht war unser Sonnensystem ursprünglich eine Dunstkugel von ungemein grosser Hitze und einer ungeheuern Ausdehnung, so dass ihr Durchmesser weit über die Bahn der jetzigen äussersten Planeten hinausreichte. Als diese Hitze durch Ausstrahlung in den Weltraum allmählig nachliess, verdichtete sich die Dunstmasse zu einzelnen Nebelmassen, welche das Material enthielten, aus dem sich die sämmtlichen Weltkörper unsers Sonnensystems herausbildeten. Um bei der abgesonderten Nebelmasse, aus welcher sich die Erde gestaltete, stehen zu bleiben, so erfolgte aus der fortschreitenden Abkühlung eine immer grössere Zusammenziehung und Verdichtigung derselben, wodurch die Elementarstoffe einander näher gerückt und nun den chemischen Verwandtschaftsgesetzen gemäss Verbindungen mit einander eingingen. Durch den in solcher Weise eingeleiteten chemischen Prozess im grössten Maassstabe musste aber eine Hitze erzeugt werden, welche mehr als ausreichend war, die erkaltete Erdmasse wieder in Fluss zu bringen, und also die entstandenen Verbindungen entweder zu schmelzen, oder wenn sie flüssig waren, in Dampf zu verwandeln. Die geschmolzenen, nicht flüchtigen Verbindungen flossen zur glühenden Erdkugel zusammen, die flüchtigen verdampfbaren umgaben sie als heisse Atmosphäre.

Nachdem die chemische Verbindung der Elementarstoffe beendigt war, begann von neuem die Abkühlung und die Erdoberfläche überzog sich mit einer festen Kruste, wie dies auch die Lavaströme zeigen, und diese Kruste musste um so dicker werden, je mehr die Abkühlung fortschritt. Zugleich mit der Erde kühlte sich aber auch ihre Atmosphäre ab, und das in ihr bisher als Dunst enthaltene Wasser wurde nun tropfbar flüssig und stürzte in furchtbaren Regengüssen und Wolkenbrüchen herab, griff zerstörend in die feste Erdkruste ein, und aus diesem zerstörten Materiale bildeten sich alle die sedimentären Formationen, die sich durch Einschliessung organischer Wesen als offenbare Wasserbildungen, theils mechanischer, theils chemischer Art ausweisen. Das Urgebirge ist demnach ein Feuerprodukt; das Uebergangs-, Flötz- und Tertiärgebirge aber, das sich aus dessen Schutt aufgebaut hat, ist ein Wasserprodukt, mit Ausnahme derjenigen Gesteine, welche in spätern Zeiten als Ergüsse des feurigen Erdinnern durch vulkanische Eruptionen gewaltsam durch die Sedimentär-Formationen hindurch getrieben wurden und deren ursprünglich

horizontale Schichten aufrichteten. Das Innere der Erde ist aber noch immer in einem feuerflüssigen Zustande, wie dies die Lavaergüsse der Vulkane erweisen und worauf auch aus den heissen Quellen und aus der Zunahme der Temperatur mit der Tiefe geschlossen werden kann. Man hat auch berechnet, wie lange es noch dauern kann, bis die Erde zu ihrem gänzlichen Erkalten kommen wird.

So lautet im Allgemeinen die Theorie des Vulkanismus, denn im Einzelnen sind seine Anhänger selbst wieder sehr verschiedener Meinung. Wir werden hier nur Einiges gegen ihre Gültigkeit anführen, indem theils schon in den früheren Kapiteln des geogenischen Abschnittes an einzelnen Verhältnissen ihre Unhaltbarkeit dargethan wurde, Anderes bei der Theorie des Neptunismus zur Sprache gebracht werden wird, am evidentesten aber ihre Unanwendbarkeit auf die einzelnen Gebirgsarten, die sie als feurigen Ursprungs erklärt, im dritten Abschnitte gezeigt werden soll. Hier also nur einige Einwürfe der allgemeinsten Art.

Es ist schon gleich von vorn herein ein den Vulkanismus ernstlichst bedrohender Umstand, dass derselbe Laplace, der die Nebeltheorie, allerdings nur nebenbei, aufstellte, durch den Kalkul nachwies, dass wenigstens seit zweitausend Jahren keine Abkühlung der Erde statthatte. Nun fehlt es zwar an Angaben, aus welchen hinsichtlich dieses Punktes etwas Sicheres vor jener Zeitperiode ermittelt werden könnte, allein da man nicht einsieht, aus welcher Ursache seit den letzten zwei Jahrtausenden die Abkühlung nicht etwa blos erlangsamt, sondern total sistirt wurde, während doch die überwiegende Masse der Erde noch immer in den höchsten Graden der Feuerflüssigkeit sich befindet, so ist der Schluss vollkommen gerechtfertigt, dass letztere überhaupt nicht existirt, und in weiterer Folge, dass der Erdkörper zu keiner Zeit im feurigflüssigen Flusse sich befand, daher keiner Abkühlung im Ganzen und Grossen bedürftig war, um zur Aufnahme organischer Wesen geschickt zu werden.

Fürs Andere hätte in der Art, wie die Chemiker sich die Gestaltung der festen Erdkruste aus der Dunstmasse dachten, es eigentlich zu einer Consolidirung dieser Kruste niemals kommen können, wie dies Schafhäutl * und Bischof ** gezeigt haben. Ersterer machte sie auf die Versuche von Daniell aufmerksam, nach welchen eine feuerflüssige Masse, so lange sie nicht durchaus dem Erstarrungspunkte nahe gebracht ist, auf der Oberfläche nicht zum Erstarren gebracht werden kann. Letzterer zeigte, dass, wenn die Vorgänge so gewesen wären, wie angegeben, der an und für sich schon unsere Vorstellungen übersteigende Hitzegrad, der dazu gehörte, um solche Grundstoffe, wie Eisen, Silicium, Aluminium in den dampfförmigen Zustand überzuführen, sich wiederholt hätte, weil die Vereinigung der brennbaren Elemente mit dem Sauerstoff einen ungeheuern Verbrennungsprozess

* Die Geologie. Festrede S. 16 u. 23.

** Lehrb. d. Geolog. II. 1. S. 10.

einleiten musste, und demnach die neu entstandenen Verbindungen wiederum in den Nebelzustand zurückgekehrt wären.

Will man sich aber von vulkanistischer Seite aus dieser Klemme dadurch ziehen, dass man, mit Verzichtung auf den Nebel-Zustand, den feuerflüssigen gleich als den ursprünglichen nimmt, so kann man dagegen vom chemischen Standpunkte aus den Nachweis liefern, dass alsdann die Erdbildung zum grossen Theil ganz anders hätte ausfallen müssen, als man sie dermalen vorfindet. Viele Gebirgsarten, die jetzt zu den Hauptmassen der Erdrinde gehören, hätten sich nicht aus dem feurigen Flusse gestalten können, andere dagegen, die man jetzt nur in sehr untergeordneten Verhältnissen findet, müssten in der grössten Verbreitung auftreten, insbesondere hätte man gar keine Gebirgsmassen zu erwarten, in denen der Quarz einen Gemengtheil ausmacht. Von diesen chemischen Einreden ist zum Theil schon gesprochen worden und wird im Verlaufe noch öfters die Rede sein. Die gewöhnliche Ausflucht, dass der Druck im Stande sei, die Gesetze der chemischen Verwandtschaften aufzuheben, ist als unstatthaft schon früher abgewiesen worden.

Wenn aber schon die allgemeinen Verhältnisse, wie sie uns der Erdkörper darbietet, nicht in Einklang mit der vulkanistischen Theorie gebracht werden können, so begegnen wir nicht geringeren Widersprüchen, wenn wir die als vulkanisch oder plutonisch bezeichneten Gebirgsarten im Einzelnen betrachten und insbesondere auf ihr Verhalten zu den mit ihnen zugleich vorkommenden andern Gesteinen prüfen. Von ganz besonderer Wichtigkeit sind in dieser Beziehung die Erfahrungen, welche man über das lager- oder gangartige Auftreten der sogenannten vulkanischen oder plutonischen Gesteine in geschichteten Gebirgsarten anzustellen häufig Gelegenheit hat. Nimmt man mit den Vulkanisten an, dass jene im feurigen Flusse aufgestiegen und mit Durchbrechung der letzteren in ihnen Bahn sich geöffnet haben, so müssen die geschichteten Gesteine von den mit Gewalt durchbrechenden eruptiven in ihrer Struktur längs der Berührungsgrenzen durch und durch zerrüttet worden sein; man kann sich einen gewaltsamen Durchbruch durch starre Massen ohne solche Folge gar nicht denken. Nun lehrt aber die Erfahrung, dass solche Erscheinungen gewöhnlich auftreten, ohne die mindeste Spur von Unordnung zu zeigen. Zwar berufen sich die Vulkanisten darauf, dass es auch Beispiele giebt von Störungen der ursprünglichen Ordnung, allein, wie schon Mohs treffend bemerkt hat, diese Beispiele beweisen nichts, wenn man im Stande ist, auch nur einen einzigen hinreichend konstatirten Fall aufzuführen, in welchem die nothwendige Folge der vorausgesetzten Begebenheit nicht eingetreten ist. Nimmt man hiezu, dass viele Massen solcher sogenannter vulkanischer Felsarten, wie z. B. von Granit, Porphyr, Basalt, um und um von ihrem Nebengesteine umschlossen werden, so ist hiemit der überzeugende Beweis geliefert, dass die vulkanistische Theorie auf schlechthin Unmögliches führt, daher grundirrig ist.

Unter allen Argumenten, die gegen die vulkanistische Theorie aufgebracht werden können, halte ich diejenigen, welche von mechanischen oder räumlichen Verhältnissen hergenommen sind, wie für die einfachsten, so auch für die überzeugendsten. Gegen die chemischen Einwürfe kann man immer zur Ausrede greifen, dass eine erweiterte Erfahrung das, was man jetzt für chemisch unmöglich erklärt, in der Folge noch als zulässig erweisen dürfte. Was aber mechanischen oder räumlichen Verhältnissen widerspricht, die man, wie in den vorhin angeführten Fällen, vollkommen übersehen und verstehen kann, von dem kann auch eine fortschreitende Erfahrung keine andere Ansicht gewinnen, als sie sich jetzt schon als klar und evident darstellt. Man darf nicht erwarten, dass die vermehrte und verbesserte Erfahrung jemals einen Fall ausfindig machen wird, in welchem vulkanische Eruptionen durch Gebirgsmassen sich einen Raum eröffnet haben, ohne nicht selbige durch und durch zu zerrütten; ebenso wenig darf man hoffen, dass jemals ein Fall vorgeführt werden könnte, dass ein von einer Gebirgsmasse allseitig eingeschlossener Körper in selbige nach ihrer Verfestigung sich eingelagert hätte. Ich habe daher, ohne die chemischen Argumente zu vernachlässigen, meine Polemik gegen die vulkanistische Theorie, hauptsächlich von den räumlichen Verhältnissen, die mit ihr in direkten Widerspruch treten, hergenommen, denn, um mit Mohs zu reden: was mechanisch unmöglich ist, das ist absolut unmöglich, und man darf nicht hoffen, dass man jemals durch die fortschreitende Erfahrung eines Andern belehrt werde. Gerade aber die Widersprüche dieser Art haben die vulkanistischen Geologen bisher gar nicht gehörig gewürdigt, und um so nothwendiger ist es daher, ihnen dieselben nachdrücklichst vorzurücken, was ich insbesondere im dritten Abschnitt bei Erörterung der geogenischen Ansichten über die Bildung der einzelnen Felsarten zum Hauptaugenmerk mir genommen habe.

2. Der Neptunismus.

Mit dem ältesten Geologen der Welt, mit Moses, und mit einem anderen Weisen des Alterthums von ungewöhnlicher Begabung, mit dem Apostel Petrus, erkennt auch der Neptunismus es an; dass „die Erde aus Wasser und im Wasser bestanden durch Gottes Wort“, und er ist im Stande, diese Annahme auf wissenschaftlichem Wege zu rechtfertigen.

Wie vorhin gezeigt, müssen wir die primitive Beschaffenheit der Erde — auf die übrigen Weltkörper haben wir hier keine Rücksicht zu nehmen — als einen entweder vermittelst des Feuers oder vermittelst des Wassers herbeigeführten amorphen bildungsfähigen Zustand anerkennen. Die Annahme der feuerflüssigen Beschaffenheit geräth aber in einen unauflöslichen Widerspruch mit den geognostischen Thatsachen und mit den chemischen Erfahrungen und Gesetzen; folglich bleibt uns gar kein anderer Ausweg übrig als den neptunischen Zustand des Erdkörpers für den ursprünglichen anzuerkennen. Mit

dieser Annahme sind alle Erscheinungen in der Gebirgswelt verträglich, und wenn wir auch noch weit davon entfernt sind, dieselben in ihren Grundmomenten wissenschaftlich interpretiren zu können, so ist doch wenigstens die neptunistische Theorie von der Art, dass sie sich mit den physikalischen und chemischen Gesetzen in keinem Widerspruche befindet, und die fortschreitende Erfahrung ihr eine immer grössere Einsicht in jene Vorgänge gewährt.

Werner war der Erste, welcher die aus den ältesten Zeiten des Menschengeschlechtes herstammende Ansicht von der Bildung der Erde aus Wasser in eine wissenschaftliche Form brachte. Er verhehlte sich hiebei selbst nicht, dass namhafte Schwierigkeiten zu lösen übrig blieben, wozu der Stand der Wissenschaft zu seiner Zeit nicht ausreichend war. Aber wohl bemerkt, es waren keine Widersprüche, sondern nur Schwierigkeiten, über die er nicht hinwegkonnte, und die Vulkanisten waren schon deshalb gegen ihn im Unrecht, weil sie die Schwierigkeiten in seiner Theorie für Widersprüche ausgaben.

Ein ausserordentliches Verdienst in der wissenschaftlichen Fortentwickelung der Werner'schen Theorie erwarb sich der als Chemiker wie als Mineralog gleich ausgezeichnete Naturforscher Nepomuk v. Fuchs * in seiner „Theorie der Erde" dadurch, dass er erstlich die Schwierigkeiten, welche sich der Werner'schen Lehre in den Weg stellten, vollständig beseitigte und zugleich feste Anhaltspunkte zum Verständnisse der Bildungsgeschichte der Erde darbot. Seine Theorie ist die erste, die von chemischer Grundlage aus allseitig die Hauptfragen der Gebirgsgenesis dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft gemäss zu lösen versucht und mit bewundernswerther Konsequenz und Klarheit durch die Hauptstadien der Schöpfungsgeschichte hindurch in Erörterung gezogen hat. Fuchs hat seine Theorie nur in allgemeinen grossartigen Umrissen dargestellt, wie es der Natur der Sache nach auch nicht anders sein kann, aber je länger, je mehr befestigt sich bei mir die Ueberzeugung, dass mit derselben die feste Basis gewonnen ist, von welcher aus die Wissenschaft in ihrer fortschreitenden Ausbildung immer tiefer in das Verständniss der mysteriösen Vorgänge der Erdbildung eindringen wird. Ich würde es auch gar nicht gewagt haben, den Verlauf der Erdbildung nach seinen wesentlichsten Momenten erläutern zu wollen, wenn nicht die Theorie von Fuchs mir hiebei eine sichere Stütze gegeben hätte.

Doch ich gehe zur Mittheilung seiner Theorie nun unverweilt über.

3. Theorie der Erdbildung von Nepomuk v. Fuchs.

Neptunisten wie Vulkanisten — so beginnt N. v. Fuchs seine

* Münchner gelehrte Anzeigen VI [1838] S. 209; ferner abgedruckt in der Broschüre: über die Theorien der Erde, den Amorphismus fester Körper und den gegenseitigen Einfluss der Chemie und Mineralogie, von Dr. J. N. Fuchs. München 1844.

Erörterung — gehen in der Schöpfungsgeschichte von dem Satze aus, dass die Erde im Anfange im flüssigen Zustande sich befunden, und aus demselben heraus sich gebildet habe. So weit sind beide Parteien einig, aber schon gleich bei der weitern Frage nach der Beschaffenheit dieser Flüssigkeit ergiebt sich der grosse Zwiespalt zwischen ihnen: die Neptunisten verweisen auf das Wasser, die Vulkanisten auf das Feuer.

„Mit dem Feuer", sagt Fuchs, „hat der Vulkanist oder Plutonist ein leichtes Spiel, weil es ihm eine Kraft darbietet, die keine Grenzen kennt; er kann nicht zur Rechenschaft gezogen werden, wenn er damit so weit geht, als ihm beliebt, während der Neptunist, wenn er mit seinem Elemente gewisse Grenzen überschreiten will, von der Chemie sogleich zurecht gewiesen wird. Die Frage, woher das Feuer gekommen, braucht er gar nicht zu beantworten, wenn er nur seine Wirkungen nachweist. Der Vulkanist kann mithin die feuerfestesten Körper, Demant, Korund, Quarz etc. so flüssig machen wie Wasser, es lässt sich nichts dagegen einwenden; ja er kann sogar die ganze Erde in Dampf auflösen, wie Laplace es gethan hat, es ist nicht physisch unmöglich. Diesen Spielraum muss man den Vulkanisten lassen; nun sollen sie uns aber Rede stehen über das Vorkommen verschiedenartiger Mineralien in den gemengten Gebirgsarten, wo leicht- und strengflüssige oder gar für uns unschmelzbare nicht blos neben einander liegen, sondern sehr häufig in- und durch einander gewachsen sind, so dass ihre gleichzeitige Entstehung gar nicht zu verkennen ist. Wie lässt sich, fragen wir, dieses Verhältniss erklären, wenn Alles zu einer homogenen Masse zusammengeschmolzen war, wie es denn begreiflicherweise und naturgemäss hätte gewesen sein müssen? Man hat wohl öfters in Schmelzöfen mineralienähnliche Krystalle entstehen sehen, was die Vulkanisten auch zu ihren Gunsten auslegen, aber noch nie ist daraus ein dem Granit ähnliches Gemeng hervorgegangen. Wäre der Granit, dessen wesentliche Gemengtheile bekanntlich Quarz, Feldspath und Glimmer sind, geschmolzen gewesen, so hätte zuerst der Quarz krystallisiren müssen, welcher niedergesunken wäre, und erst lange nachher hätten Feldspath- und Glimmer-Krystalle entstehen können, gemäss der sehr verschiedenen Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit dieser drei Körper. — Wie hätten sie aber unter diesen Umständen so mit einander verwachsen können, wie wir sie antreffen, und wie sie auch noch mit andern Mineralien verbunden vorkommen, welche theils noch strengflüssiger als Quarz, wie Korund und Zirkon etc., theils auch leichtflüssiger als Feldspath und Glimmer sind, wie Granat, Hornblende, Lepidolith, Turmalin etc.? Dieses ist in meinen Augen rein unmöglich. Daher glaube ich auch, dass allein an diesem Verhältnisse die Erhebungstheorie scheitern müsse. — Dazu kommt noch, was nicht unbeachtet bleiben darf, dass im Granit und ähnlichen Gebirgsarten bisher noch gar keine Spur einer glasartigen Masse gefunden wurde, die man doch darin erwarten sollte, wenn er ein Produkt des Feuers wäre."

Ist der Vulkanismus in seiner Verallgemeinerung in solcher Weise als unstatthaft abgewiesen, so ist doch auch nicht zu leugnen, dass dem Neptunismus in der Fassung Werner's und seiner Schüler bedeutende Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Annahme, dass alle Gebirgsmassen ursprünglich im Wasser aufgelöst waren, findet sich im Widerspruche mit der Erfahrung, dass die Mineralien, aus welchen die bedeutendsten Gebirge bestehen, theils gar nicht, theils so wenig im Wasser auflöslich sind, dass, um nur die löslichen aufzunehmen, eine ungleich grössere Menge Wassers erforderlich gewesen wäre, als gegenwärtig sich auf der Erde vorfindet. Wollte man aber auch zu der Voraussetzung sich verstehen, dass alle Mineralmassen im Wasser aufgelöst sich befunden hätten, so würden wir doch nicht um eine andere Schwierigkeit herumkommen, ähnlich der, welche wir soeben dem Vulkanismus hinsichtlich der Feuerflüssigkeit der Erde entgegen gehalten haben. Diese Schwierigkeit entspringt aus den gemengten Gebirgsarten. Es zeigen nämlich die in den Gemengen enthaltenen Mineralien einen verschiedenen Grad der Auflöslichkeit und Krystallisirbarkeit, demgemäss sie sich hätten lagenweise absetzen müssen, und nicht durcheinander gewachsen sein könnten, wie wir es in der That bei ihnen sehen.

Diese erheblichen Schwierigkeiten hat Nep. v. Fuchs durch seine Lehre vom Amorphismus fester Körper glücklich beseitigt und dadurch erst den Neptunismus in Konkordanz mit der Chemie gebracht. Er hat nämlich gezeigt, dass nicht blos flüssige, sondern auch amorphe feste Körper unmittelbar krystallisiren können.

Der Satz also, dass alle Körper, welche krystallinisch gebildet sind, vorher durch das Wasser oder Feuer flüssig gemacht worden sein müssen, gilt nun nicht mehr in seiner Allgemeinheit, sondern ist dahin umzudeuten: dem krystallinischen Zustande muss immer der amorphe vorausgehen. Sehr günstig für die Umwandlung ist es, wenn Wasser vorhanden ist und die Körper davon ganz durchdrungen sind, wodurch sie in einen fest-weichen Zustand gebracht werden.

Mit Hülfe der Lehre vom Amorphismus hat sich nun Fuchs * an der Deutung der Räthsel der Erdbildung in folgender Weise versucht.

Am Anfang war die Erde vermittelst des Wassers theils im festweichen, theils im flüssigen oder aufgelösten Zustande. Es ist nun also zuerst zu bestimmen, was im festen und nur vom Wasser durchdrungenen Zustande und was im aufgelösten vorhanden war. Unter den nähern Bestandtheilen der Gebirge sind es aber zwei, welche uns vor allen andern als die wichtigsten entgegentreten: die Siliciumsäure (Kieselerde) und die Kohlensäure. Die Siliciumsäure bildete theils für sich als eine gelatinöse Substanz, theils mit den Ba-

* Die Hauptstücke aus seiner Abhandlung theile ich grösstentheils wörtlich mit nach dem Abdrucke in den Münchn. gel. Anzeigen vom Jahre 1838, nur habe ich einige Punkte hier weggelassen, weil ich sie anderwärts zur Sprache bringe.

sen (Thonerde, Kali, Bittererde, den Oxyden des Eisens u. s. w.) vereinigt die unauflösliche Masse der Erdrinde im amorphen und festweichen Zustande. Ein grosser Theil dieser Säure war auch in Wasser aufgelöst; denn dass sie hierin auflöslich ist, beweisen uns fast alle Quellen, welche sie bald in grösserer, bald in geringerer Menge enthalten. Die Kohlensäure dagegen eignete sich den Kalk nebst einem grossen Theile der Bittererde an und bildete die Hauptmasse des aufgelösten Theils der Erdrinde. Was ausserdem noch aufgelöst war, braucht vor der Hand nicht berücksichtigt zu werden, da es nichts Anderes war und sein konnte, was mit der Kalkauflösung nicht verträglich gewesen wäre. Da aber der neutrale kohlensaure Kalk, wie er in den Gebirgen vorhanden ist, sich in Wasser geradezu nicht oder nur sehr wenig auflöst, sondern nur dann, wenn ein Ueberschuss von Kohlensäure mitwirkt, so musste eine weit grössere Menge von dieser Säure, als die Kalkgebirge gegenwärtig noch enthalten, vorhanden gewesen sein. Von der weiteren Verwendung dieses Ueberschusses wird später gehandelt werden.

So denkt sich Fuchs den Urzustand der Erde oder den chaotischen. Mag demselben auch ein anderer vorausgegangen sein, so musste es doch jedenfalls zu dem eben beschriebenen kommen, bevor die Gebirgsbildung vor sich gehen konnte. Die Atmosphäre bestand damals vermuthlich blos aus Stickgas, Kohlensäuregas und Wasserdämpfen. Sauerstoffgas war noch nicht vorhanden, weil es nicht nöthig war, ja in gewisser Hinsicht sogar schädlich gewesen sein würde.

Aus diesem chaotischen Zustande entwickelten sich nun die Formationen gemäss der chemischen Gesetze. Die zwei genannten Säuren: Silicium- und Kohlensäure, welche sich gegenseitig ausschliessen, waren über das Ganze gleichsam als Herrscher und Ordner aufgestellt, und jede führte das ihr Untergebene zum bestimmten Ziele, indem sie es vermöge ihrer eigenthümlichen Kraft von dem Bereiche der andern getrennt hielt. So entfalteten sich zwei Hauptformationsreihen, welche ungestört neben einander hergehen und in jedem Zeitalter einander begleiten, nämlich die Formationsreihe der Siliciumsäure, welche man auch die Kieselreihe nennen kann, und die Formationsreihe der Kohlensäure, die nach der vorherrschenden Basis als Kalkreihe bezeichnet werden mag. Dazu gesellt sich noch eine dritte, welche erst in der spätern Zeit Bedeutung gewinnt, die Reihe des Kohlenstoffs. — Ausserdem könnte man noch Nebenreihen, wie die des Gipses, Steinsalzes etc. unterscheiden, doch sind diese von keinem solchen Belange, dass ich in dieser summarischen Uebersicht auf sie weiter einzugehen brauchte.

a. Kieselreihe.

Mit der Kieselreihe beginnt die Gebirgsbildung und jene setzt ihre Bildungen auch noch in der neuesten Zeit fort. Es fing damit, so zu sagen, das Leben der Erde an, indem die Krystallisationskraft erwachte. Die Krystallisation so grosser Massen mussten auch unge-

wöhnliche Erscheinungen begleiten und dazu rechnet FUCHS besonders die Erscheinung des Lichtes, welche wir bei diesem Prozesse im Kleinen zwar nur selten, aber doch wahrnehmen. Die Erde wird also damals ein selbstleuchtender Körper gewesen sein.

„Beim Uebergange der Materie aus dem Zustande der Gestaltlosigkeit in den der Gestaltung musste nothwendig auch Wärme frei werden, und diese ist vermuthlich hier und da, wo die Krystallisation rasch von Statten ging, bis zur Gluth gesteigert worden, wodurch Wirkungen hervorgebracht werden konnten, welche Aehnlichkeit mit denen der Vulkane haben. Die beträchtlich erhöhte Temperatur mag auch Ursache gewesen sein, warum die Silikate, welche die ältern Gebirge konstituiren, kein Krystallwasser aufgenommen haben. Nur der Chlorit und Serpentin machen eine Ausnahme."

„Die Bildung verschiedenartiger Mineralien und ihre Verbindungen in den gemengten Gebirgsarten, welche weder aus einer vollkommenen Auflösung, noch aus einem feurigen Flusse erklärbar ist, wird begreiflich aus dem festweichen amorphen Zustande der Masse, worin sich allein die Krystalle so formen, halten und in einander fügen konnten, wie wir sie im Granit und andern Gemengen finden.* Ein anderer Vorgang ist kaum denkbar."

„Es ging aber auf allen Punkten des Erdkreises nicht gleichzeitig immer Gleiches vor, worüber wir uns nicht wundern dürfen, da es in der so dünnflüssigen und leicht beweglichen Atmosphäre noch jetzt eben so ist. — — Während sich auf einem Punkte Granit bildete,

* Zur Erläuterung dieser Verhältnisse mag noch die Erklärung dienen, welche FUCHS von der Entstehung der sogenannten Krystallkeller im Granitgebirge giebt, worin die grössten und schönsten Bergkrystalle vorkommen. „Es ist meines Wissens", sagt FUCHS, „noch nicht versucht worden, die Entstehung derselben zu erklären. Ich bin der Meinung, dass sie anfänglich ganz mit gallertartiger Kieselerde ausgefüllt waren, welche nach der Bildung der sie umgebenden Gebirgsmasse zurückgeblieben war, und sich darin in komprimirtem Zustande befand. Diese Gallerte wandelte sich später in Krystalle um, wobei sie sich stark zusammenzog, so dass der grösste Theil des Raums, welchen sie einnahm, leer zurückbleiben musste. So möchte es auch begreiflich werden, wie sich die ungewöhnlich grossen Krystalle haben bilden können, welche bisweilen in diesen Räumen gefunden werden. Auf ähnliche Weise wie in den Krystallkellern müssen die Quarzkrystalle in den Blasenräumen des Mandelsteins und Porphyrs, und in Feuerstein-, Hornstein- und Mergelkugeln entstanden sein. — Hiebei muss ich noch eine Erscheinung zur Sprache bringen, welche man bisher nur bewundert, aber nicht erklärt hat, nämlich das Vorkommen von anderen krystallisirten Mineralien im Bergkrystall, wovon ich nur folgende als die merkwürdigsten nennen will: Arsenikkies, Schwefelantimon, Rutil, Turmalin, Glimmer, Granat und Flussspath. Sie befinden sich darin in einer solchen Lage, und sind oft so vollkommen ausgebildet, als wenn sie, bevor sie von der Quarzmasse umschlossen wurden, im Freien geschwebt hätten. Dieses Verhältniss wird nicht anders begreiflich, als wenn man annimmt, dass die Kieselerde anfangs als eine steife Gallerte vorhanden war; denn wäre sie flüssig gewesen, so hätten sich darin die Krystalle der genannten Mineralien nicht bilden und halten können: sie hätten zu Boden fallen müssen, und nicht so, wie sie vorkommen, in den Bergkrystall eingeschlossen werden können. Ich möchte dieses Vorkommen mit dem der Insekten im Bernstein vergleichen, welcher sich vor dem Erhärten in einem ähnlichen, aber viel weicheren Zustande befunden haben muss wie die Kieselerde, bevor sie krystallisirte und jene Mineralien einschloss."

entstand auf einem andern Syenit, Porphyr, Glimmerschiefer, Grünstein, Quarzfels etc. Ueberhaupt sind die beständig in einander sich verlaufenden Glieder der Kieselreihe, besonders die älteren und gemengten, nur wie Varietäten Einer Formation zu betrachten und nicht so streng wie die Mineralspezien zu unterscheiden. Man könnte daher füglich die gemengten Gesteine der Kieselreihe insgesammt granitartige Gebilde nennen. Ueberall herrscht die Kieselerde, welche unter allen Substanzen die mannigfaltigsten Verbindungen eingeht und dabei die verschiedensten Gestalten annimmt, so dass die Abwechselung und Mannigfaltigkeit in der unorganischen Natur hauptsächlich diesem wunderbaren Wesen zu verdanken ist.“

„Das Gewässer war bald ruhig, bald bewegt, was auf die Struktur und äussere Gestalt der Gebirgsmassen den Einfluss hatte, dass einige ohne deutliche Schichtung, andere deutlich geschichtet und einige überhaupt vollkommener, andere minder vollkommen sich ausbildeten. Ruhig musste das Wasser vorzüglich in der ersten Zeit gewesen sein, wo es noch durch die festweiche Masse gleichsam gefesselt war. Erst nachdem ein grosser Theil von dieser krystallisirt war, bekam es mehr Freiheit und konnte durch die Luft in Bewegung gesetzt werden. Unruhig und stürmisch wurde es vorzüglich in der neuern Zeit, weshalb sich da die Glieder der Kieselreihe nicht mehr so vollkommen und deutlich ausbilden und nicht in den Zusammenhang kommen konnten, wie früher. Diese Unvollkommenheit beginnt schon beim Thonschiefer, welcher nichts als ein Granit mit sehr kleinen und undeutlichen Gemengtheilen ist. In die Flötzgebirge hinein hat sich der Quarz meist nur in kleinen Körnern fortgesetzt, die im Laufe der Zeit zu Sandstein vereinigt wurden. Die Tripelverbindungen von Kieselerde, Thonerde, Kali etc., welche in der Urzeit die verschiedenen Arten von Feldspath und Glimmer hervorbrachten, kamen in die neuere Zeit nur als ein feiner Schlamm herein und bildeten die verschiedenen Sorten von Thon. — — Quarzsand, Sandstein und Thon kommen sehr häufig, ja man darf fast sagen, in der Regel mit einander gemengt vor und stehen oft in einem solchen Verhältnisse zu einander, dass, wenn die Umstände zu ihrer Ausbildung günstiger gewesen wären, sie höchst wahrscheinlich den schönsten Granit gegeben haben würden. Man kann daher mit Grund sagen, dass dieses Gemeng der Repräsentant des Granits in der neuern Zeit sei; was um so weniger bezweifelt werden kann, da es bisweilen wirklich in ausgezeichneten Granit übergeht.“

So besteht ein inniger Zusammenhang zwischen den verschiedenen Gliedern der Kieselreihe, während andererseits theils durch Wechsel der Gemengtheile, theils durch verschiedene Gradation der Krystallisationskraft eine grosse Mannigfaltigkeit sich in ihr kundgiebt. Wie später noch ausführlicher dargethan werden soll, ist Fuchs gleich mir überzeugt, dass ein grosser Theil dessen, was man für sekundäre Gebilde ansieht (Sand, Sandstein und Thon), auf ähnliche Weise wie die älteren Gebirge der Kieselreihe gebildet worden und nur eine Fortsetzung derselben ist.

b. Kalkreihe.

Gleichzeitig mit der Kieselreihe beginnt die Kalkreihe, aber sie tritt in der Urzeit nur mit schwachen Anfängen auf, während sie in den spätern Perioden eine ungeheure Mächtigkeit gewinnt. Ihre krystallinische Beschaffenheit hält dagegen den entgegengesetzten Gang ein. In der Urzeit erreicht sie im körnigen Kalksteine den höchsten ihr möglichen Grad; in der Uebergangszeit wird die Struktur schon dicht, aber nach Härte und Färbung liefert sie den schönsten Marmor; in der Flötzzeit lässt die Färbung und Härte immer mehr nach, und die neueste Zeit schliesst diese Reihe mit der sekundären Bildung des Kalksinters.

Aller Kalkstein ist ein chemischer Niederschlag aus dem Wasser und kein zusammengeschlemmtes Gebilde, wie es in der Regel angenommen wird. Auch ist er selbst in seinen dichten und erdigen Varietäten von krystallinischer Beschaffenheit, obgleich die letzteren nur ein Haufwerk von überaus kleinen, dem unbewaffneten Auge nicht wahrnehmbaren Krystallen ausmachen.

„Diese Beschaffenheit setzt die Gegenwart dieses Körpers nach der Schöpfung in einem Zustande voraus, wodurch er sie erlangen konnte. Die Geologen, besonders die Vulkanisten, kommen dabei wieder in grosse Verlegenheit, wenn sie auch dieselbe nicht immer zu erkennen geben. War die Erde feuerflüssig, so musste es auch der kohlensaure Kalk gewesen sein; und dieses glaubt man unbedenklich annehmen zu dürfen, da man weiss, dass er wirklich unter einem gewissen Druck geschmolzen werden kann, ohne seine Kohlensäure zu verlieren. Dagegen lässt sich nichts sagen; es ist aber noch etwas Anderes zu bedenken, was sehr wichtig ist und von den Vulkanisten, wie es scheint, übersehen wurde, nämlich, dass kohlensaurer Kalk und Kieselerde sich in starkem Feuer nicht mit einander vertragen, sondern die Kohlensäure der Kieselerde weichen muss, indem sich kieselsaurer Kalk bildet. Aehnlich wirken auf den kohlensauren Kalk thonerdehaltige Silikate, z. B. Feldspath, Glimmer etc.“

„Nimmt man nun an, es sei anfänglich Alles zusammengeschmolzen gewesen, so frage ich, ob darin nach den chemischen Gesetzen kohlensaurer Kalk hätte bestehen können und nicht in kieselsauren verwandelt werden müssen? Offenbar hätte Letzteres geschehen müssen, und wir würden kaum noch etwas von Quarz und Kalkstein im Mineralreiche antreffen. Da nun aber dem nicht so ist, da der kieselsaure Kalk zu den sparsam vorkommenden Mineralien gehört, und sogar der Urkalk, welcher von den Vulkanisten für ein unbezweifeltes Feuerprodukt gehalten wird, nicht selten Quarz, Glimmer, Feldspath etc. einschliesst; so kann es nicht so zugegangen sein, wie die Vulkanisten meinen — der Kalkstein kann nicht geschmolzen gewesen sein, er muss seine krystallinische Beschaffenheit auf eine andere Weise und zwar auf nassem Wege erhalten haben.“

Es bleibt daher keine andere Annahme übrig als die, dass mit

Hülfe eines Ueberschusses von Kohlensäure aller Kalk gleich vom Anfange an im Wasser aufgelöst war, und indem die überschüssige Säure in der Folge sich davon trennte, daraus niedergeschlagen wurde. Ging dieser Niederschlag langsamer vor sich, so erlangte der Kalkstein eine deutlichere krystallinische Bildung, erfolgte er schneller, so wurde diese mehr und mehr undeutlich. „Zu bemerken ist hiebei, dass, wenn der kohlensaure Kalk aus einer Auflösung abgeschieden wird, er anfangs stets als eine sehr voluminöse, schleimartige und amorphe Masse erscheint, sich eine Zeit lang als solche erhält und erst später in ein krystallinisches Pulver übergeht, wobei er sich in einen weit kleinern Raum zusammenzieht. Im Grossen konnte er weit länger im amorphen Zustande geblieben sein, als wir ihn im Kleinen darin zu erhalten vermögen; und als eine festweiche Masse konnte er die in ihm vorkommenden Gemengtheile, grösstentheils Silikate, tragen, und diese konnten sich ungehindert darin zu Krystallen ausbilden. Auch das Vorkommen des Thons und die gleichmässige Vertheilung desselben in gewissen Schichten des Flötzkalkes, sowie auch der Versteinerungen wird auf diese Weise erklärbar; was sich nicht begreifen liesse, wenn der kohlensaure Kalk aus dem flüssigen Zustande unmittelbar in den krystallinischen übergegangen und mithin schnell zu Boden gefallen wäre."

Nächst dem kohlensauren Kalk tritt unter den Kalkgebirgsarten am mächtigsten der Dolomit auf: ein Gemisch von Kalk- und Bittererdekarbonat, in verschiedenen quantitativen Verhältnissen. Gleich dem gewöhnlichen Kalksteine stellt er sich als Seltenheit in den Urgebirgen ein, während er in der Flötzzeit fast alle Kalkformationen begleitet und mitunter eine ausserordentliche Mächtigkeit gewinnt.

c. Reihe des Kohlenstoffs.

Gleich dem Kalke ist auch diese Reihe in dem Urgebirge noch von keiner grossen Bedeutung, erlangt diese aber in ihrem Fortschreiten in den spätern Perioden. Sie beginnt mit dem Graphit im Urgebirge, und giebt überdies daselbst ihre Gegenwart durch den schwarzen Urkalk und Thonschiefer, besonders den Zeichen- und Alaunschiefer, zu erkennen. Mit diesen tritt sie in die Uebergangszeit ein und sondert sich als selbstständiges Gebilde in dem Anthrazit aus, der mitunter schon in beträchtlichen Massen vorkommt. Eine ungleich grössere Mächtigkeit aber gewinnt sie in den ältern Flötzgebirgen durch die Steinkohlen, welche in den jüngsten Gebirgen mit der Braunkohle enden, wenn man nicht etwa den Torf als ihr letztes Glied ansehen will. Ausser den Kohlen gehören auch noch zu dieser Reihe die verschiedenen Erdharze, welche zum Theil ungeheure Massen von Kalkstein, Sandstein, Mergel und Thon durchdringen.

Als ursprüngliche chemische Bildungen des Kohlenstoffs werden in der Regel nur Graphit, Anthrazit und Demant angesehen, während alle übrigen als Erzeugnisse mechanischer Art gelten, herrührend von der Zerstörung und Zersetzung der vorweltlichen Pflanzen. Es ist

allerdings nicht zu leugnen, dass in dem Uebergange der kompakten Braunkohle in das bituminöse Holz ein vollgültiger Beweis für eine solche Annahme zu liegen scheint; gleichwohl sprechen so viele andere Verhältnisse gegen sie, dass sie sich dessenungeachtet vor einer strengeren Prüfung nicht zu halten vermag.

Man wird sich daher wohl nach einer andern Erklärung über den Ursprung der Kohlenstoff-Ablagerungen umsehen und in ihnen ursprüngliche Bildungen anerkennen müssen, wie dies Nep. v. Fuchs gethan hat. „Wundern muss man sich", sagt er, „in der That, dass Niemandem eingefallen ist zu fragen, woher die in der Erde begrabenen und in Steinkohlen verwandelten Vegetabilien ihren Kohlenstoff genommen haben. — — Mit der Annahme, dass die Steinkohlen aus dem vegetabilischen Reiche abstammen, ist die Aufgabe nicht gelöst, sondern nur weiter hinausgeschoben, gerade so, wie wenn man den Kalk von Konchylien und Zoophyten herleiten wollte. — — Ich bin der Meinung, dass nicht nur der Kohlenstoff der Steinkohlen, Braunkohlen und Erdharze, sondern auch der ganzen belebten Natur von der überflüssigen Kohlensäure herstamme. Diese Säure hatte von dem Anfange der Schöpfung an eine dreifache Bestimmung: erstens den neutralen kohlensauren Kalk von den Silikaten getrennt und bis zu einer gewissen Zeit aufgelöst zu erhalten, zweitens die Atmosphäre mit Sauerstoff zu versehen, und drittens für die Steinkohlen und organischen Körper den Kohlenstoff zu liefern. Woher anders hätten diese den Kohlenstoff nehmen können, wenn man auch das Sauerstoffgas als unmittelbar erschaffen voraussetzen wollte? Wie hätte dieser Stoff, der für sich in Wasser völlig unauflöslich ist, sich anders von der Urzeit herauf über allen früheren Formationen erhalten können, so lange, bis die Zeit seiner endlichen Bestimmung gekommen war? Gewiss nicht anders als mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbunden. Nur aus dieser Säure konnte er und alle seine Produkte hervorgegangen sein. Wie es bei ihrer Zersetzung zuging, lässt sich freilich nicht sagen, allein es genügt zu wissen, dass sie zersetzbar ist und dass sie noch immer von den Pflanzen zersetzt wird, welche Kohlenstoff aus ihr aufnehmen."

„Bei ihrer Zersetzung", fährt Fuchs fort, „entstanden, indem sie den grössten Theil ihres Sauerstoffs der Atmosphäre überliess, in der neuern Zeit vermuthlich zweierlei Produkte: bituminöse, welche sich durch einen starken Wasserstoffgehalt auszeichnen, und humusartige, welche nebst Wasserstoff auch viel Sauerstoff enthalten. Durch Vereinigung beider in verschiedenen Verhältnissen wurden erst die verschiedenen Steinkohlen erzeugt. Dass schon bei Bildung der ältern Glieder der Flötzgebirge viel Bitumen vorhanden gewesen sein musste, beweist das Vorkommen desselben in vielen Kalksteinen jener Periode, die öfters ganz davon durchdrungen sind. Wäre es erst später entstanden oder aus dem vegetabilischen Reiche gekommen, so hätte es unmöglich in diese kompakten Massen eindringen und so gleichmässig darin sich vertheilen können. Dass schon vor der

organischen Schöpfung Humus in der Erde gewesen sein musste, folgt daraus, weil sie sonst nicht hätte können aufgehen lassen Gras und Kraut und fruchtbare Bäume. * — Zu den Braunkohlen mag allerdings das Pflanzenreich das Hauptmaterial geliefert haben, welches von Erdharz durchdrungen und gleichsam dadurch petrifizirt wurde."

„Nun möchte aber", meint Fuchs, „die Frage entstehen: ob der Sauerstoff der Luft proportional sei dem gesammten Kohlenstoff aller drei Naturreiche, so dass er hinreichte, allen diesen wieder in Kohlensäure zu verwandeln. Ich habe dieses wohl erwogen und gefunden, dass diese Frage verneinend zu beantworten sei, denn es würden wahrscheinlich schon die bekannten Steinkohlen-Flötze, wenn sie alle mit einem Male in Brand geriethen, allen Sauerstoff der Luft verzehren, und wie viele mögen noch im Schoosse der Erde verborgen sein! Es musste also ein grosser Theil des Sauerstoffs der Kohlensäure auch zu andern Zwecken verwendet worden sein, und zwar, wie ich glaube, vorzüglich zur Bildung des Gipses. Dieser Körper konnte, da er sehr schwer auflöslich ist, nicht wohl schon in der ersten Zeit als solcher bestanden haben, sondern ist damals höchst wahrscheinlich als sehr leicht auflöslicher unterschwefligsaurer Kalk vorhanden gewesen, welcher sehr viel Sauerstoff bedurfte, um das zu werden, was er nun ist. Dadurch wird auch erklärbar, warum sich der Gips nicht unter den ältern Gebilden findet, sondern ungefähr gleiches Alter wie das Steinsalz hat, mit welchem er auch häufig vorkommt. Von andern möglichen Verwendungen des Sauerstoffes der Kohlensäure will ich nicht sprechen **, sondern nur noch erinnern, dass auch die Steinkohlen und organischen Körper ein bedeutendes Quantum davon einschliessen, und dass noch gegenwärtig viel unzersetzte Kohlensäure über und unter der Erde vorhanden ist."

Hiemit sind alle wesentlichen Punkte der drei angenommenen Hauptformationsreihen erörtert. Von den Neben- und Zwischenbegebenheiten, welche Fuchs am Schlusse noch kurz anführt, wird in den folgenden Kapiteln gelegentlich die Rede sein. ***

---

* Dass Humus nicht blos durch Verwesung oder chemische Behandlung organischer Körper, sondern auch noch auf andere Weise hervorgebracht werden kann, geht schon aus dem Beispiele hervor, dass, wenn kohlenstoffhaltiges Eisen (Gusseisen oder Stahl) in Salzsäure aufgelöst wird, nicht nur eine humusartige Substanz, sondern auch ein Oel gebildet wird, welches ganz den Geruch des Bergöls hat.

** Bischof [Geolog. II. 1. S. 97] macht auf eine solche Verwendung zur Oxydation des Eisenoxyduls aufmerksam.

*** Das Wichtigste, was Fuchs hierüber bemerklich macht, muss ich jedoch gleich hier anführen, weil es Veranlassung zu einem Einwurfe von Berzelius gegeben hat.

„Es wurde schon oben bemerkt", sagt Fuchs, „dass, wenn eine amorphe Masse in den krystallinischen Zustand übergeht, sie sich auf einen weit kleinern Raum zurückzieht. Da nun der amorphe Zustand der Gebirgsbildung vorausgegangen ist, so musste dabei eine starke Zusammenziehung stattgefunden haben. Dieses hat sehr wichtige Begebenheiten nach sich gezogen. Dadurch sind in den Gebirgen nicht nur Klüfte und Spalten, sondern auch grosse Höhlen und Weitungen entstanden. Dieses gab zu Senkungen und Einstürzen Anlass, wodurch die Schichten aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht und verschoben wurden, und das Ansehen erhielten, als

Widerlegung der gegen die vorstehende Theorie der Erdbildung durch Berzelius erhobenen Einwürfe.

Berzelius hat in seinem Jahresberichte von 1840 die von Nep. v. Fuchs aufgestellte Theorie der Erdbildung zur Sprache gebracht und dabei einige Punkte beanstandet, während er über andere mit Stillschweigen hinwegging. Da ein, von einer so gewichtigen Autorität ausgehendes, missgünstiges Urtheil dieser Theorie die Anerkennung schmälern könnte, die ein grosser Theil der Geologen ihr ohnedies nicht mit Bereitwilligkeit gebracht hätte, so habe ich meinen verehrten Kollegen und Freund ersucht, die von Berzelius erhobenen Einreden, deren Ungrund nicht von Jedem alsobald klar erkannt werden dürfte, in das gehörige Licht zu setzen. Meiner Bitte entsprechend hat mir derselbe nachstehende Erklärung in einem Sendschreiben mitgetheilt, mit der Ermächtigung selbiges der Publizität übergeben zu dürfen, was ich bereis in der ersten Auflage dieses Werkes gethan habe und hier unverändert wiederhole.

Sendschreiben des Akademikers Nep. v. Fuchs an den Herausgeber.

Sie haben sich öfters gegen mich verwundernd darüber geäussert, dass ich den Einwürfen, welche Herr Baron Berzelius in seinem Jahresbericht vom Jahre 1840 S. 736 etc. gegen meine Theorie der Gebirgsbildung gemacht hat, nicht öffentlich entgegengetreten bin, und bieten mir nun dazu Gelegenheit dar, welche ich auch ergreifen will, um so mehr, da diese Einwürfe in v. Leonhard's neues Jahrbuch der Mineralogie, Geognosie etc. (Jahrg. 1843, S. 817 etc.) übergegangen sind, woraus ich schliessen muss, dass dieselben in den Augen Anderer mehr Bedeutung haben, als ich ihnen beilegte.

Ich hoffte, dass diese feindliche Kritik wieder verhallen würde, wie es gewöhnlich bei Allem, was ungegründet ist, zu geschehen pflegt; und da ich, wie Sie wohl wissen, kein Freund von Streitigkeiten bin, so glaubte ich am besten zu thun, die Entscheidung hierüber der Zeit zu überlassen und dachte mir dabei: das Gute und

---

wären sie gehoben worden. — Da, wo sich unter der sinkenden Last noch weiche Masse befand, musste sie dem Drucke weichen, und gezwungen werden, in die Höhe zu steigen, und in die vorhandenen Risse und Spalten einzudringen, worin sie nachher ungestört krystallisiren konnte. Auf diese Weise sind Gänge von Granit und anderem Gestein entstanden. Zum Theil konnte dieses auch durch Ausfüllung von oben herab, oder von der Seite herein geschehen sein. Auf ähnliche Art möchten sich auch manche Lager gebildet haben. — Dass hiebei Gänge entstehen konnten, welche nicht zu Tage ausgehen, ist begreiflich, so wie auch, dass von der in die Höhe getriebenen weichen Masse hin und wieder grosse Quantitäten über Tag kommen und sich da, bevor sie erstarrten, verbreiten konnten. Bei dieser Erhebung mag öfters auch Kohlensäuregas und Wasserdampf mitgewirkt haben. — Grosse Höhlen, welche durch Zusammenziehung der krystallisirenden Masse entstanden, sind hie und da noch jetzt im Innern der Gebirge vorhanden, und bilden zum Theil unterirdische Seen; zum Theil sind sie leer und ihre Wände sind mit Krystallen oder Stalaktiten besetzt."

Wahre wird alles Widerstreites ungeachtet bestehen und Anerkennung finden, und das Grundlose und Falsche von selbst untergehen, es mag meine Theorie oder die Einwendungen dagegen betreffen.

Da es sich nun in Betreff der Einwendungen anders verhält, als ich mir dachte, und Sie der Meinung sind, dass, wenn ich immer dazu schweigen würde, man mich für widerlegt halten und es so ansehen würde, als hätte ich meine Ansichten in diesem Betreff aufgegeben, so muss ich endlich mein Stillschweigen brechen, und ich bin dieses nicht nur mir selbst, sondern auch meinen vielen Gönnern schuldig, die meine Theorie mit Beifall aufgenommen haben. Mich selbst haben diese Einwendungen keinen Augenblick irre gemacht, aber betroffen hat es mich, dass, da ich die chemischen Gesetze bei der Gebirgsbildung geltend machen wollte und deshalb sicher unter den Chemikern Alliirte zu finden hoffte, dass, sage ich, zuerst Berzelius seine Stimme gegen mich erhob und sich auf die Seite derjenigen Geologen wendete, welche mit den chemischen Gesetzen ein willkürliches Spiel treiben oder sich ganz darüber hinaussetzen.

Wir wollen nun hören, was Berzelius gegen meine Theorie vorbringt. Der erste Einwurf, den er dagegen macht, bezieht sich darauf, dass ich behaupte, der kohlensaure Kalk hätte neben Quarz und mehrern damit vorkommenden Silikaten nicht bestehen können, wenn Alles im feurigen Flusse gewesen wäre; die Kieselerde hätte sich mit dem Kalke verbinden und die Kohlensäure derselben weichen müssen. Berzelius sagt, indem er dieses (S. 741) anführt:

„Dies macht unter mehrern Einwürfen gegen die Bildung auf trockenem Wege das Hauptargument aus. Wäre dieser Einwurf von einem Geologen, der nur Dilettant in der Chemie ist, gemacht worden, so hätte es gewiss keine Verwunderung erregt, dass er aber von einem ausgezeichneten Chemiker ausgeht, ist unerwartet. Es ist bekannt, und Fuchs gesteht die Richtigkeit davon ein, dass kohlensaurer Kalk unter gewissen Umständen geschmolzen werden kann, ohne dass er zersetzt wird. Die Umstände bestehen in einem Druck, der der Tension der Kohlensäure das Gleichgewicht hält. Wenn dieser Druck kein nothwendiger in der plutonischen Theorie ist, so hat die neptunische in dieser Beziehung einen entschiedenen Vorzug. Aber Fuchs giebt selbst an, dass diese Theorie, welche die Schmelzung des festen Erdballs voraussetzt, dabei auch voraussetzen musste, dass das Wasser nicht tropfbar flüssig gewesen sei, sondern gasförmig und die Erde als Atmosphäre umgeben hatte; eine Atmosphäre, deren Druck vielfach den geringen Druck übersteigt, welcher nöthig ist, um die Tension der Kohlensäure beim Schmelzen des kohlensauren Kalks zu verhindern. Aber wenn der Kohlensäure die Tension mangelt, so hat sie grössere Verwandtschaft zum Kalk als die Kieselerde, und die Erklärung von dem Vorkommen der Silikate in dem Urkalk liegt klar vor Augen. Diesem Einwurf mangelt also die chemische Stütze."

Wir wollen nun sehen, in wiefern der Ausspruch von Berzelius richtig sei: dass meiner Behauptung die chemische Stütze mangele. —

Es ist mir aus der ganzen Chemie nichts bekannt, was ein Analogon zu dem von Berzelius hier Gesagten darböte, wohl aber das Gegentheil, dass nämlich der Druck keinen Einfluss auf solche chemische Wirkungen ausübt, wie sie zwischen Säuren und Salzbasen stattfinden, und die Verwandtschaftsgesetze nicht abändert. Die Salzsäure z. B. verbindet sich unter jedem Druck mit dem Kalk des Kalksteins, und scheidet die Kohlensäure aus, wie L. Gmelin und Schafhäutl gegen Berzelius bewiesen haben*, der in seinem Lehrbuche (Bd. 5, S. 9) das Gegentheil behauptete. Wer möchte daher zweifeln, dass, wenn man tropfbar flüssige Kieselerde auf tropfbar flüssigen kohlensauren Kalk wirken lassen könnte, dasselbe erfolgen würde? ich sage tropfbar flüssige Kieselerde, deren Schmelzpunkt den des Platins weit übersteigt, wobei die Tension der Kohlensäure verhältnissmässig gesteigert werden müsste, so dass, wenn auch nach der plutonischen Ansicht das in der Atmosphäre enthaltene Wasser darauf lastete, sie durch diesen Druck ebenso wenig hätte zurückgehalten werden können, als sie bei einem unglücklichen Experiment von Thilorier zurückgehalten wurde. „Thilorier's flüssige Kohlensäure giebt", wie Schafhäutl ganz richtig sagt, „einen neuen Beleg, und das grosse Unglück, das sich in Paris ereignete und wo ein Menschenleben als Opfer fiel, zeigt, wie gefährlich es sei, chemische Zersetzungen, durch Wahlverwandtschaft hervorgebracht, mittelst mechanischer Kräfte beherrschen zu wollen."

Was in dem gegebenen Fall die Kieselsäure und Kohlensäure anbelangt, so ist wohl zu bedenken, dass diese beiden Säuren sich nicht etwa nur kurze Zeit, sondern Jahrhunderte lang, so zu sagen, um den Besitz des Kalks gestritten haben müssten, und dass die darüber befindliche wasserreiche und glühendheisse Atmosphäre während dieser Zeit gewiss nicht immer stagnirend gewesen wäre, sondern sehr oft in heftiger Bewegung sich befunden hätte, wodurch die durch die Kieselsäure (wenn auch anfänglich nur theilweise) freigemachte Kohlensäure, die doch ungleich expansibler ist als das Wasser, hätte fortgeführt und von der Atmosphäre aufgenommen werden müssen. Und wäre sie einmal ausgetrieben gewesen, so hätte sie gewiss nicht wieder zurückkehren können, um den Kampf mit der Kieselsäure neuerdings zu beginnen. Dieses, meine ich, sollte auch einem Dilettanten in der Chemie einleuchten.

Dass der kohlensaure Kalk unter einem gewissen Druck geschmolzen werden kann, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, leugne ich nicht; und wenn ich auch in Zweifel ziehen wollte, ob sie bei einer Temperatur, bei welcher die Kieselerde tropfbar wäre, unter dem Druck einer bewegten Atmosphäre auch noch zurückgehalten werden könne, so würde man wohl Grund haben auf dieses mein

* S. Leop. Gmelin's Handbuch der theoretischen Chemie, B. I. S. 126 und Schafhäutl's Rede: Die Geologie in ihrem Verhältnisse zu den übrigen Naturwissenschaften. München 1843, S. 64.

Bedenken wenig oder gar nicht zu achten; so aber, da die Tension der Kohlensäure nicht das allein Wirksame bei diesem Prozesse ist, sondern auch vorzüglich die Verwandtschaft der Kieselerde zum Kalk mitwirkt und mithin zwei Kräfte dabei thätig sind, so hat meine Behauptung so viel für sich als irgend etwas, was nicht durch direkte Versuche bewiesen, sondern nur aus der Analogie erschlossen werden kann.

Man wird mir doch nicht das Experiment von Petzholdt entgegenstellen wollen, welcher Quarzpulver und kohlensauren Kalk, in einer eisernen Flasche eingeschlossen, eine Stunde lang der Weissglühhitze ausgesetzt und nachher gefunden hat, dass nur sehr wenig kohlensaurer Kalk zersetzt worden. Ich möchte Herrn Petzholdt sagen: machen Sie das Experiment noch einmal, aber so, dass der Quarz tropfbar flüssig wird, und lassen Sie beide Körper längere Zeit auf einander wirken; und wenn Sie mir dann das zusammengeschmolzene Quarzpulver neben unzersetztem kohlensauren Kalk zeigen können, dann werde ich mich für widerlegt erklären, obwohl die Umstände bei einer verschlossenen eisernen Flasche nicht dieselben sind wie in der freien Natur. Ich werde mich dann beeilen mit Ihnen den Triumph des Plutonismus zu feiern und unbedenklich zu seiner Fahne schwören. — Er wird mir aber vermuthlich erwiedern: den Versuch so zu machen bin ich nicht im Stande; denn wenn ich auch die zum Schmelzen des Quarzes erforderliche Hitze hervorbringen könnte, so würde ich kein Gefäss finden, was eine solche Tortur auszuhalten geeignet wäre. Darauf müsste ich ihm entgegnen: wenn Sie also dieses nicht können, so nehmen Sie mir nicht übel, wenn ich Ihnen sage, dass Ihr unvollkommenes Experiment gar keinen Werth hat, dass es auch nicht das Mindeste zu Gunsten des Plutonismus beweist und allenfalls nur dazu dienen könnte, in der Chemie nicht Bewanderte zu blenden und irre zu machen. *

Schafhäutl hat bei einem ähnlichen Experimente gefunden, dass in einem weissglühenden und verschlossenen eisernen Cylinder die Zersetzung des kohlensauren Kalks vollkommen von Statten geht und ein Gemeng von Eisenoxydul-Silikat und Kohlenstoffeisen gebildet wird, letzteres sehr nahe entsprechend der im Kalk enthaltenen Kohlensäure. Bei einem andern Versuche entstand ein neutrales Kalk-Silikat (Ca^2 Si).**

Man könnte aber vielleicht noch vorgeben, dass die Kieselerde eine zu schwache Säure sei, als dass sie, wenn auch geschmolzen, die von mir postulirte Wirkung hervorbringen könnte. Dabei muss ich an die ebenfalls sehr schwache Boraxsäure erinnern, welche aber doch die so starke und eben nicht sehr flüchtige Schwefelsäure aus ihren Verbindungen mit Salzbasen in der Hitze zu scheiden vermag; was mithin ganz analog ist mit dem von mir angenommenen Vorgang bei

* Ueber Petzholdt's Erdkunde vergl. die Rezension in den Münchn. gel. Anzeig. X. S. 1017. Anm. des Herausgebers.

** S. dessen Rede S. 65.

der Wirkung der Kieselerde auf den kohlensauren Kalk. Uebrigens zeigt sich diese Erde in vielen Fällen nicht so gar schwach, indem sie, wenn sie einmal gewisse Basen ergriffen hat und damit fest geworden ist, oft den stärksten Säuren hartnäckigen Widerstand leistet, wie uns das Glas und mehrere natürliche Silikate beweisen.

Dem allen nach kann ich mich in Betreff dieses Punktes von Berzelius nicht für geschlagen halten; vielmehr möchte es mich dünken, dass ihm sein Angriff gänzlich misslungen sei. Wir wollen nun hören, was er weiter sagt.

In Betreff der Steinkohlenbildung sagte ich, dass der Kohlenstoff wahrscheinlich von der Kohlensäure herstamme und durch die Zersetzung derselben der Sauerstoff in die Atmosphäre gekommen, dass aber dieser im Verhältnisse zu der im Erdkörper vorhandenen Kohlenmasse zu wenig zu sein scheine. Diesem fügte ich zur Ausgleichung dieses Missverhältnisses bei, dass wahrscheinlich ein Theil des aus der Kohlensäure geschiedenen Sauerstoffs zu anderen Zwecken verwendet worden, namentlich zur Bildung des Gipses, welcher vermuthlich ursprünglich als unterschwefligsaurer Kalk vorhanden gewesen und erst später durch Aufnahme von Sauerstoff in Gips umgewandelt worden sei. Nachdem Berzelius dieses angeführt, fährt er fort (S. 743):

„Fuchs hat den Chemikern eine gewisse Leichtfertigkeit in der Annahme der plutonisch-geogonischen Ansichten vorgeworfen. Was er an ihre Stelle gesetzt, hält er für besser begründet. Man wird ihn dann natürlicher Weise fragen, wie der Gips aus der unterschwefligsauren Kalkerde, die $\dot{C}a\ \ddot{S}$ ist, entstehe und wohin die Hälfte des Schwefels oder der Schwefelsäure, die bei der Oxydation dieses Salzes gebildet werden musste und dann zur Sättigung keinen Kalk hatte, gegangen ist. Man wird auch einen annehmbaren Grund kennen lernen wollen, weshalb so viel von diesem, auf nassem Wege gebildeten Gips wasserfrei angeschossen ist.“

Es ist mir damals gar nicht in den Sinn gekommen, den Chemikern hinsichtlich der Annahme der plutonisch-geogonischen Ansichten Leichtfertigkeit vorzuwerfen; man gehe meine Abhandlung durch und zeige mir die Stelle, aus welcher dieses geschlossen werden könnte. Ich hätte auch damals wenig Grund gehabt, den Chemikern diesen Vorwurf zu machen. Jetzt hätte ich freilich dazu mehr Ursache, da sich die grössten Chemiker der Plutonisten so eifrig annehmen und sie in ihren Nöthen auf alle mögliche oder auch unmögliche Weise zu unterstützen bestrebt sind. Was nun die Bildung des Gipses aus dem unterschwefligsauren Kalk betrifft, so muss ich gestehen, dass mich der darauf bezügliche Satz von Berzelius sehr unangenehm überrascht hat. Es musste ihm meine Abhandlung so sehr missfallen haben, dass er es gar nicht der Mühe werth hielt, die Zusätze zu derselben zu lesen; denn hätte er sie gelesen, so würde er im Zusatz Nr. 7, worauf schon im Text hingewiesen ist, die Erklärung

dieser Umwandlung mit deutlichen Worten gefunden haben. Sie lautet daselbst wie folgt: „Der unterschwefligsaure Kalk, wie wir ihn als chemisches Präparat kennen, enthält 1 Mischungsgewicht Kalk und 1 Mischungsgewicht unterschweflige Säure, und diese besteht aus 2 Mischungsgewichten Sauerstoff und 2 Mischungsgewichten Schwefel, und giebt mithin, wenn sie durch Aufnahme von Sauerstoff ohne Ausscheidung von Schwefel in vollkommene Schwefelsäure umgewandelt wird, 2 Mischungsgewichte dieser Säure, also 1 Mischungsgewicht mehr, als der vorhandene Kalk sättigen kann. Wenn man nun annimmt, dass anfänglich in der Natur unterschwefligsaurer Kalk existirt und sich später in Gips umgewandelt habe, so musste nebst dem zu dieser Umwandlung nöthigen Sauerstoff auch 1 Mischungsgewicht Kalk hinzugekommen sein; was leicht hat geschehen können, da überall genug kohlensaurer Kalk vorhanden war. — Es mochte aber auch ein Theil des unterschwefligsauren Kalks auf andere Weise in Gips verwandelt worden sein. Die an den Kalk gebundene unterschweflige Säure zerfällt bekanntlich bei einer Temperatur von 48° R. in Schwefel und schweflige Säure, der Schwefel fällt aus der Auflösung nieder und die schweflige Säure geht, indem sie Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, allmählig in Schwefelsäure über und es bildet sich sofort Gips. — Dass dieser Prozess öfter stattgefunden haben muss, beweist das nicht seltene Vorkommen des Schwefels in den Gipsgebirgen.“

Diese Erklärung würde Hrn. Berzelius, hätte er sie gelesen, hoffentlich genügt haben, wo nicht, so hätte er beliebig seine Einwendung dagegen machen können.

Berzelius will auch einen annehmbaren Grund kennen lernen, weshalb so viel von diesem, auf nassem Wege gebildeten Gips wasserfrei angeschossen ist. Dieser Grund ist nicht sehr schwer zu finden, wenn man annimmt, dass der unterschwefligsaure Kalk durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft in schwefelsauren umgewandelt wurde. Dadurch musste Wärme entstehen, welche unter günstigen Umständen leicht auf den Grad steigen konnte, dessen der Anhydrit zu seiner Bildung bedurfte; und diese konnte noch befördert werden, wenn die Auflösung des unterschwefligsauren Kalks etwas konzentrirt war oder zugleich noch ein Körper, z. B. Kochsalz, vorhanden war, welcher auch, um sich aufgelöst zu erhalten, Wasser in Anspruch nahm. — Eine bessere Erklärung wird mir sehr willkommen sein, nur bitte ich dabei das Centralfeuer aus dem Spiele zu lassen; denn dass durch das Feuer der Gips leicht in Anhydrit umgewandelt werden kann, weiss ich schon, sowie mir auch nicht unbekannt ist, dass der Anhydrit öfters durch Aufnahme von Wasser zu Gips umgeschaffen sich findet. — Nun möchte ich aber auch einen annehmbaren Grund kennen lernen, weshalb ungleich mehr Gips als Anhydrit gebildet wurde, wenn die Bildung nicht auf nassem, sondern auf trocknem Wege geschehen sein sollte.

Seite 744 sagt Berzelius weiter: „Fuchs erklärt die Spalten der Gebirge, sowie ihre Senkungen und Erhöhungen, die Gänge und

Ausfüllung aus dem Schwinden und Bersten der Masse während der Eintrocknung, wobei das noch Festweiche in die Spalten eingedrückt wurde und Gänge bildete, worüber man sich mit einigem Recht verwundert, wie es nach der Austrocknung seines festweichen Zustandes als eine später steinhart gewordene Masse den Raum so vollkommen ausfüllen konnte, in den es im weichen Zustande eingedrungen war."

Hierauf habe ich Folgendes zu erwiedern. Dass eine festweiche oder breiartige Masse, wenn sie in Spalten der Gebirge eindrang und darin krystallisirte, am Umfang bedeutend abnehmen und demzufolge leere Räume zurücklassen musste, ist für sich klar; es ist aber auch sehr begreiflich, dass aus derselben Ursache, aus welcher die erste Masse eindrang, dann wieder andere nachfolgen konnte, wenn welche vorhanden war, und sofort, bis die Räume ganz erfüllt waren. Mangelte es an Material oder hatte die Ursache dasselbe zu bewegen aufgehört, so blieben diese Räume eben leer; wie wir denn dergleichen Räume in den Gängen genug antreffen: kleinere und grössere bis zu grossen Weitungen, die dann gewöhnlich mit Krystallen besetzt sind und Drusenräume genannt werden. Man wird sich wohl mit einigem Recht verwundern, dass Berzelius glaubt, alle Gänge seien vollkommen ausgefüllt. Hin und wieder konnten auch dadurch leere Räume verschwunden sein, dass das Hangende gegen das Liegende nachgesunken ist. Uebrigens muss ich hiebei noch bemerken, dass ich in meiner Abhandlung nur von Gängen von Granit und anderem Gestein gesprochen und mich nicht auf die Bildung anderer Gänge und ihre grösstentheils noch sehr räthselhaften Verhältnisse eingelassen habe. Doch genug in Betreff dieser Einwendung, die von keinem Belange ist.

Der Schluss dieser merkwürdigen Kritik lautet: „Aber wir wollen uns nicht länger bei einer Theorie aufhalten, die nach meinem Urtheile keinem andern Theil der Geologie angehören kann als der Geschichte der vielen, mehr oder weniger geglückten, aber immer unbefriedigenden Versuche, in der Phantasie eine Dichtung zu schaffen, wie der Erdball so geworden, wie er ist, für die richtige Geschichte, die für uns verloren gegangen ist."

Berzelius legt demnach allen Geogonien gleichen Werth oder Unwerth bei, d. i. er betrachtet sie sammt und sonders für verunglückte Dichtungen, so dass also die Plutonisten sich auch nicht viel auf die ihrige einbilden und darüber allzusehr erfreut sein dürfen, dass er die meinige für eine verunglückte erklärt. Dabei muss man sich wundern, dass er fast in allen seinen Jahresberichten Bruchstücke von solchen Dichtungen zur Sprache bringt und diese Träumereien nebst Allem, was damit in Zusammenhang steht, nicht schon längst über Bord geworfen hat. Was er damit sagen will, dass die richtige Geschichte der Erdbildung verloren gegangen, begreife ich nicht. Wenn etwas verloren gegangen ist, so muss es früher einmal dagewesen sein, was sich aber von der Geschichte der Erdbildung, die nur dem Allmächtigen allein genau bekannt sein kann, nicht sagen lässt. Der Mensch muss sich dieselbe erst bilden aus den Dokumenten,

welche er im Erdkörper findet, und die er sorgfältig aufzusuchen und nüchtern zu beurtheilen hat. Dass aber dieses dem Menschen ein Bedürfniss ist, beweisen die Bestrebungen in dieser Hinsicht zu allen Zeiten und insbesondere der Eifer, mit welchem gegenwärtig diese Geschichte verfolgt wird. Wenn ich mir dabei auch ein Wort mitzusprechen erlaubte und zu zeigen suchte, dass man Behauptungen aufstellte, welche in geradem Widerspruch mit den Gesetzen der Natur stehen, so sollte dieses, meine ich, eher Lob als Tadel verdienen. Als eine Dichtung kann dieses doch gewiss nicht erklärt werden; und ob dasjenige, was ich an die Stelle jener Behauptungen setzte, ein misslungenes Produkt der Phantasie sei, mag einstweilen dahin gestellt bleiben; auf keinen Fall kann aber ein bloser Machtspruch darüber entscheiden. Vor der Hand finde ich keinen Grund auch nur ein Jota davon wegzustreichen, so bereit ich übrigens bin das Ganze fallen zu lassen, wenn Jemand etwas Besseres dafür aufstellt. Ganz wird man irgend eine Geogonie nie entbehren können; sie giebt gewissermassen die Theorie für die Geognosie ab, und diese möchte schwerlich, ganz entblösst von jener, sich wissenschaftlich zu gestalten vermögen. Ein bedeutender Unterschied zwischen beiden findet in der Hinsicht statt, dass die Geognosie als eine Sammlung von Beobachtungen, wenn diese einmal richtig gemacht sind, für immer unveränderlich besteht, die Geogonie hingegen, wie die Theorien anderer Doktrinen, auch von Zeit zu Zeit gewisse Veränderungen erleiden wird. — Man sollte nur bei den geognostischen Beobachtungen nie, so zu sagen, durch die Brille einer Theorie sehen, wie leider nur zu oft geschehen ist.

Da es einmal darauf abgesehen war, mein Gebäude über den Haufen zu werfen, so muss man sich wundern, wie es gekommen, dass Berzelius eine Hauptstütze desselben ganz übersehen hat. Diese verschont gelassene, wenn auch nicht ganz direkte Stütze hat meine Theorie gegenüber dem Plutonismus in dem Verhältnisse, in welchem die verschiedenartigen Mineralien in den gemengten Gebirgsarten, z. B. Quarz, Feldspath und Glimmer im Granit vorkommen. Da ich mich über dieses Verhältniss in meiner Abhandlung, wie ich glaube, hinlänglich erklärt habe, so will ich hier einen Andern darüber sprechen lassen. — Th. Scheerer sagt in einer Abhandlung über Gadolinit und Allanit *: „Von ganz besonderem Interesse sind die gangartigen Granitpartien wegen der Aufschlüsse, welche sie hinsichtlich der successiven Bildung einiger der sie konstituirenden Bestandtheile gewähren. Es lässt sich nämlich überall mit Deutlichkeit erkennen, dass der Feldspath früher krystallisirt oder erhärtet ist als der Glimmer und Quarz. Der erstere erzwingt sich überall Platz zur vollkommenen Ausbildung seiner Krystalle, während sich die Glimmerblätter, so zu sagen, seiner Macht fügen und der Quarz auf das Evidenteste nur alle von beiden übrig gelassenen Räume ausfüllt. Der

* Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1842. Nr. 7, S. 493.

zuweilen vorkommende Schriftgranit gewährt ein sehr instruktives Bild von diesem Kampfe zweier (miteinander in flüssiger Substanz gemengter) Mineralien um das Recht des Zuerst-Krystallisirens. In diesem Kampfe hat sich der Feldspath stets als Sieger gezeigt. Er bildet seine Krystalle mit völliger Schärfe aus, trotz der mannigfachen Quarzpartien in seinem Innern, welche, von allen Seiten her zusammengedrückt, es kaum zu einer Aehnlichkeit mit verbogenen und gepressten Quarz-Krystallen bringen können. Welcher Umstand könnte wohl einen klareren Beweis dafür liefern, dass der Quarz noch flüssig oder doch noch weich war, als der Feldspath schon krystallisirte? Dies ist aber eine sehr wichtige Thatsache, welche die Aufmerksamkeit der Geologen in hohem Grade verdient. Nach vulkanischen Prinzipien, nach denen wir uns alle Gebirgsarten als feuerflüssig denken, kann dieselbe durchaus nicht erklärt werden; denn Kieselerde schmilzt für sich bekanntlich weit schwerer und sollte demnach weit früher erstarren als ein Silikat von Thonerde und Kali. Hienach sollte man also schliessen, dass sich der Quarz überall in Krystallen ausgebildet und der Feldspath von ihm unterdrückt finden müsste. Da sich dieses aber gerade im umgekehrten Verhältnisse zeigt, so muss sich daraus ein sprechender Beweis für die nicht genug zu würdigende Thatsache ergeben: dass bei der Entstehung des Urgebirges das F e u e r n i c h t a l l e i n alle Wunder gethan habe, sondern dass die richtigste Vorstellung von der Entstehung der krystallinischen Gebirgsarten wohl immer die bleibt, bei welcher wir dem Wasser und Feuer gleiche Schöpfungsrechte einräumen."

Dieses steht ganz im Einklang mit dem von mir 4 Jahre früher in diesem Betreff Gesagten. Ob SCHEERER von diesem Kenntniss hatte oder nicht, kann gleichgültig sein. Es ist wohl möglich, dass er selbst auf dieses höchst wichtige Verhältniss verfallen ist, zumal da es so nahe liegt, dass man sich wundern muss, dass es so lange übersehen werden konnte. Man kann überhaupt sagen: dass, wenn zwei verschiedenartige Mineralien miteinander verwachsen sind und das eine in das andere mehr oder weniger eingedrungen ist, dasjenige zuerst fest geworden sein musste, welches sich in das andere eingebettet oder darin einen Eindruck hervorgebracht hat. So finden sich in grosskörnigem Granit von Zwiesel Quarz und grossblättriger Glimmer oft so miteinander verwachsen, dass letzterer theilweise ins Freie hervorragende Tafeln bildet, und theilweise sich tief in den Quarz gleichsam hineingeschnitten hat. Wie hätte dieses geschehen können, wenn der Quarz vor dem Glimmer erstarrt gewesen wäre? Ebenso findet man dort auch öfters Glimmer in Feldspath eingewachsen.

Der Quarz scheint überhaupt nicht nur da, wo er einen Gemengtheil der Urgebirgsarten ausmacht, sondern auch auf Gängen und in Höhlen, wo er mit andern Mineralien vorkommt, nicht selten zuletzt krystallisirt zu sein, wie die oft in ihm befindlichen anderen Mineralien deutlich darthun. — Was die Mitwirkung des Feuers bei der Gebirgsbildung anbelangt, wovon SCHEERER spricht, so bin ich

damit insofern einverstanden, als damit nicht primäres Feuer gemeint ist, sondern sekundäres, d. i. durch den Bildungsprozess erzeugtes.

Es ist mir sehr auffallend, dass Berzelius auf das Verhältniss, in welchem Quarz, Feldspath und Glimmer im Granit zu einander stehen, nicht eingegangen ist. Ich kann mir dieses nicht anders erklären, als dass er diesen Punkt ganz übersehen hat, und glaube daher erwarten zu dürfen, dass er, nun darauf aufmerksam gemacht, in einem der nächsten Jahresberichte seine Erklärung hierüber nachtragen werde, worauf ich sehr gespannt bin.

Unterdessen hat Gust. Bischoff sich bemüht, dieses Verhältniss vom plutonischen Gesichtspunkt aus zu erklären. * Der Sinn dessen, was er in diesem Betreff sagt, ist kurz dieser: Das Ganze, woraus der Granit gebildet worden, wird als eine geschmolzene homogene Masse vorausgesetzt, worin das Kali zur Erhaltung des flüssigen Zustandes vorzüglich beitrug. Bei der dann eingetretenen Abkühlung zog sich ein Theil desselben zurück, um Feldspath zu bilden, wobei die Masse strengflüssiger wurde. Dadurch und in Folge der fortschreitenden Abkühlung musste um so mehr die Erstarrung beschleunigt werden und gleichzeitig mit dem Feldspath sich überschüssige Kieselerde als Quarz ausscheiden. Der Glimmer krystallisirte sich zuletzt als der leichtflüssigste Gemengtheil des Granits (meines Wissens ist der gewöhnliche Glimmer merklich strengflüssiger als der Feldspath), und da er weit weniger Kieselerde enthält als der Feldspath, so musste sich bei seiner Bildung verhältnissmässig auch mehr Quarz ausscheiden. — Das eben Angeführte diene nur zum Beweise, auf welche Abwege ein sonst in der Wissenschaft so hochstehender Mann gerathen kann, wenn er die Natur als Führerin verlässt. Wer möchte da nicht von selbst einsehen, dass hiebei die natürliche Ordnung der Dinge ganz umgekehrt worden ist!

Wer weiss, ob nicht noch Jemand auf den Einfall kommt, und ich meine sogar es schon einmal gehört zu haben: das plutonische Feuer sei ein ganz anderes als das gewöhnliche, und es könne dadurch die Kieselerde weit länger flüssig erhalten worden sein als die Substanz des Feldspathes und Glimmers. — Mit Hülfe dieses Feuers liesse sich vielleicht auch die Sublimation der Bittererde und die Dolomitisirung des Kalksteins erklären.

Erlauben Sie mir nun noch ein paar Worte in Betreff des Amorphismus zu sagen, den Berzelius auch im Eingang zu seiner Kritik berührt, indem er sagt: „Die Ansichten, von denen er (Fuchs) ausgegangen ist, sind hervorgegangen aus dem zweifachen Zustande fester Körper, dem Amorphismus und Krystallismus, die er vor einiger Zeit geltend zu machen suchte, und welche ich bereits in den Jahresberichten 1835 S. 184 und 1838 S. 57 angeführt habe."

Da Berzelius in den angeführten Jahresberichten den Amorphismus nicht günstig beurtheilt, so möchte man vielleicht daraus folgern,

---

* Jahrbuch der Mineralogie, Geognosie etc. 1843. S. 28 etc.

dass er gar nicht bestehe und sonach meine Theorie der Gebirgsbildung keine Basis habe. So ist es aber nicht. Allerdings ist diese Theorie aus der Lehre vom Amorphismus hervorgegangen und verdankt sie lediglich dieser Lehre, welche das Hinderniss, was bisher dem Neptunismus im Wege stand, wegräumte, indem sie zeigte, dass zwei wesentlich verschiedene Zustände der festen Körper wohl zu unterscheiden seien, der amorphe und krystallinische, und dass nicht blos aus flüssigen, wie man bisher angenommen hatte, sondern auch aus festen amorphen Körpern krystallinische hervorgehen können und überhaupt aller krystallinischen Bildung der amorphe Zustand vorausgehen muss. Dieses steht fest und wird schwerlich jemals umgestossen werden können; es ist auch diese Lehre bereits von mehrern berühmten Chemikern als richtig anerkannt und in ausgezeichnete chemische Werke übergegangen, woraus sie gewiss nicht wieder verdrängt werden wird. Es wäre daher überflüssig, wenn ich hier noch etwas zu ihrer Vertheidigung sagen wollte. Uebrigens muss ich Berzelius danken, dass er mich als den Urheber der Lehre vom Amorphismus erkennt, indessen manche Andere nicht so gerecht sind, oder von amorphen Körpern wie von seit uralten Zeiten her bekannten Dingen sprechen, da doch davon früher nichts bekannt war als der Name, der aber in einer ganz anderen Bedeutung genommen wurde.

Ich werde auf diese Gegenstände wieder zurückkommen bei einer neuen Auflage der Theorien der Erde, die ich, um den vielen, deshalb an mich ergangenen Aufforderungen zu entsprechen, demnächst zu veranstalten gesonnen bin.

München, im April 1844.

Nep. Fuchs.

Es sind nun achtzehn Jahre verflossen, seit Nep. v. Fuchs seine Theorie der Erdbildung publizirte, gleichwohl ist sie, mit Ausnahme einiger Chemiker, worunter die ebengenannten, von den eigentlichen Geologen fast vollständig ignorirt worden.* Woher dieses Stillschweigen der letzteren? Wenn ein unbewährter und unbekannter Neuling mit dieser Theorie hervorgetreten wäre, so hätte selbiges nichts Befremdliches; man könnte der Vermuthung Raum geben, dass ihm die nöthige Autorität zur Anerkennung gefehlt hätte. So ist es aber nicht in diesem Falle. Ein alterprobter Veteran, einer der bewährtesten Hauptleute in den Reihen der Chemiker und Mineralogen ist es, der auf die breite Basis seiner Wissenschaft eine Theorie der Erdbildung begründet, nicht in luftigen Spekulationen, sondern Schritt vor Schritt auf den sichern Boden der Erfahrung fussend. Und gleichwohl *altum*

---

* So eben kommt mir Pfaff's Schöpfungsgeschichte zu, in welcher allerdings der Versuch gemacht wird, die Theorie von Fuchs nicht nur zu widerlegen, sondern vollständig *ad absurdum* zu führen. Ich werde bald nachher Gelegenheit haben, zu zeigen, dass dieser Versuch total verunglückt ist.

silentium hierüber bei den Geologen, höchstens eine flüchtige Erwähnung des einen oder andern Momentes aus dieser Theorie, aber lediglich um es kurz abzuweisen.

Das Befremdende in diesem Verfahren lässt sich vollständig begreifen, sobald man das Resultat der Theorie von Fuchs gegenüber dem gegenwärtigen Stande der Geologie ins Auge fasst. Es ist dasselbe kein anderes als Wiederaufrichtung des Neptunismus vermittelst der Chemie. Da lässt es sich nun leicht verstehen, wie höchst ungelegen der herrschenden geologischen Schule dieser wohlmotivirte Versuch kam. Nach langem mühevollen Kampfe hatte sie sich ihrer Gegner entledigt und glaubte jetzt ganz sicher auf den schwer errungenen Lorbeern ausruhen zu können, als ihr völlig unerwartet, und von einer Seite her, woher sie sich's gar nicht versah, nicht blos diese oder jene Parzelle, sondern der ganze Besitzstand in Frage gestellt, seine Auslieferung als unrechtmässig angeeignetes Gut verlangt wurde. Da war es denn nicht zu verwundern, wenn „durch allgemeine Uebereinstimmung der Forscher", vor der schon Goethe einen tödtlichen Schreck hatte, der Beschluss zu Stande kam, durch consequentes Ignoriren die Anforderungen des Gegners auf die Seite zu schieben. Es ist dies eine Methode, die wenigstens leicht und bequem durchzuführen ist. Eine andere Ursache will der berühmte Chemiker v. Liebig * gar in dem niedrigen Zustande der Geologie finden, was freilich sehr im Widerspruche ist mit der gerühmten Höhe, auf der sich diese Doktrin befinden soll. Er meint sogar, dass die Geologen die Sprache von Fuchs nicht verstünden, was freilich eine schwere Anschuldigung ist, über die sich der eben genannte Chemiker selbst gegen die Geologen rechtfertigen mag, wobei ich jedoch nicht in Abrede stellen kann, dass letztere zu einer solchen Anklage allerdings die Veranlassung gaben, indem nicht selten die geologischen Theorien zu den chemischen Gesetzen wie die Faust aufs Auge passten.

4. Weitere Erläuterungen zur Theorie der Erdbildung.

Nep. v. Fuchs erkennt, wie im Vorhergehenden gezeigt wurde, mit Werner an, dass die Gebirgsbildung nicht auf trocknem, sondern auf nassem Wege erfolgt ist; gleichwohl unterscheiden sich die geologischen Theorien Beider wesentlich von einander. Der Werner'sche Neptunismus scheiterte vorzüglich an der Unauflöslichkeit oder der doch nur geringen Löslichkeit vieler Mineralien und Gebirgsarten im Wasser, indem man sich die krystallinische Bildung derselben nicht anders zu erklären wusste, als durch vorausgegangene Auflösung, welche die Chemie für eine Unmöglichkeit erklärte. Erst nachdem Fuchs dargethan hatte, dass auch nichtaufgelöste oder überhaupt nichtflüssige Körper aus dem amorphen Zustande in den krystallinischen übergehen können, ist ein Haupt-

* Wöhler's und Liebig's Annal. d. Chemie u. Pharmaz. 1840. S. 131.

einwurf, den man früherhin dem Neptunismus mit Recht machte, entkräftet worden. Durch diesen Nachweis, der nicht aus Hypothesen, welche zur Hülfe aus der Noth ersonnen sind, sondern der aus bestimmten Erfahrungen und Thatsachen abgeleitet wurde, ist uns aber weiter auch begreiflich geworden, dass die verschiedenartigsten Mineralien so in- und durcheinander vorkommen können, wie wir sie in vielen Gebirgsmassen antreffen: ein Verhältniss, das der frühere Neptunismus ebensowenig als der Vulkanismus verständlich machen kann. Um den letzteren zu stürzen, war es nicht ausreichend, einzelne geognostische Verhältnisse, die mit seinen Ansichten nicht verträglich waren, ihm entgegen zu halten; man musste dem Vulkanismus etwas ganz Anderes, etwas Gewichtigeres als bisher entgegensetzen, und dies hat Fuchs mit seinem Neptunismus, der etwas total Anderes als der Werner'sche Neptunismus ist, zur Genüge gethan und damit der wissenschaftlichen Erörterung der Genesis der Gebirgswelt vom neptunistischen Standpunkte aus erst den gesicherten Haltpunkt gewährt.

Wenn nun gleichwohl auch in der neueren Zeit von vulkanistischer Seite die Einwürfe gegen den Neptunismus fast allgemein nur gegen die Auffassung, wie sie von Werner herrührt, keineswegs aber gegen die, wie sie von Fuchs modifizirt wurde, gerichtet sind, so hat man sich freilich einen leichten Triumph gesichert, aber nichts weniger als einen nachhaltigen und ehrenvollen, denn die Hauptmacht ist dabei blos umgangen, ein Angriff auf sie, der allein zur Entscheidung führen kann, gar nicht versucht worden. Also, um so weit als möglich alle Missverständnisse fernerhin zu beseitigen, sei es wiederholt gesagt, dass nach der Theorie von Fuchs die uranfängliche chaotische Erdmasse keineswegs vollständig im Wasser aufgelöst zu sein brauchte, um als nächster Fortschritt der Entwickelung in den krystallinischen Zustand überzugehen, sondern dass es hiezu genügend war, dass sie sich im amorphen, plastischen und vom Wasser durchdrungenen Zustande befand, ja letzteres selbst nicht einmal für die ganze Masse, weil auch aus dem amorphen festen Zustande unmittelbar der krystallinische hervorgehen kann, wobei allerdings Wasser förderlich mithilft.

Somit ist also der Wasserbedarf zur Konstituirung der festen Erdmasse schon ungeheuer verringert worden und wird es noch mehr durch den Umstand, dass die Ablagerungen in verschiedenen Zeiträumen erfolgten.

In der Gesammtreihe der Gebirgsarten giebt es nämlich nicht nur Unterschiede nach den petrographischen Eigenthümlichkeiten, sondern auch nach den Zeitabschnitten, in welchen die Ablagerungen erfolgten. Den grossen petrographischen Abtheilungen der Ur-, Uebergangs-, Flötz- und Tertiär-Gebirge entsprechen eben so viele Zeitperioden als Ur-, Uebergangs-, Flötz- und Tertiär-Zeit. Aber auch jeder der Hauptkonstituenten der Gebirgswelt ist nicht in einem und demselben Zeitraume abgesetzt worden. Man unterscheidet z. B. Ur- und Uebergangs-, vielleicht sogar Flötzgranit; ferner Sandsteine aus der

Uebergangs-, Flötz- und Tertiärzeit, und zwar in jeder Periode wieder zu verschiedenen Zeiten gebildete Ablagerungen; der Kalk tritt sogar in allen Epochen der Gebirgsbildung von der Urzeit an bis in die neueste Zeit auf, und ebenfalls in einer grossen Anzahl zu verschiedenen Zeiten abgesetzter Formationen. Die Bildung der festen Erdmasse ist also nicht mit einem Schlage, sondern in einem längeren oder kürzeren Zeitraume, und zwar absatz- und periodenweise erfolgt. Die Vulkanisten dehnen die Intervalle, die zwischen den Gliedern einer und derselben Gebirgsart liegen können, sogar zu Jahrtausenden aus; Zeiträume, die der Neptunismus in dieser Ausdehnung durchaus nicht nöthig hat, in ihrer Ausschreitung sogar verwirft.

Aus den vorstehenden Erläuterungen wird es zur Genüge erhellen, dass das Urmeer vollkommen ausreichend war, um alle die Dienste zu leisten, welche ihm die Theorie von Fuchs zumuthet. Sollte es auch nicht im Stande gewesen sein, auf Einmal die ganze amorphe Erdmasse zu durchdringen oder aufzulösen, was nicht blos nicht nothwendig war, sondern geradezu verhütet werden musste, um nicht störend in die voraus planmässig bestimmte Entwickelungsreihe einzugreifen, so eignete es sich eben anfänglich nur so viel aus der Masse an, als ihm möglich, oder wohl richtiger gesagt, als nach dem Schöpfungsplan gerade nothwendig war, und dies gab die ersten und ältesten Absätze aus dem Wasser. Als diese von letzterem entlassen waren, wurde der grösste Theil des Wassers wieder frei und fuhr nun in seinem Vermittelungsgeschäfte weiter fort, bis nach und nach die ganze amorphe Erdmasse feste Gestaltung gewonnen hatte. An überschüssiger Kohlensäure, welche zur Kalkbildung nöthig war, fehlte es ohnedies nicht in einer Atmosphäre, welche mit derselben übersättigt war. Ein schwaches Analogon von ihrer Wirksamkeit in der Schöpfungsperiode, und überdies unter ganz veränderten Umständen, sehen wir noch in den modernen Kalkbildungen, und wie Bischof * sich ganz richtig ausdrückt: im wiederholten Wechsel „kann derselbe Wassertropfen, wie dasselbe Kohlensäurebläschen, der Träger und Führer der grössten Massen kohlensauren Kalkes sein.“ Wasser war also genug vorhanden, um aus seinem Schoosse im Laufe der Zeit nach und nach die ganze Erdveste zu gebären. **

* Geolog. II. 2. S. 1129.

** Pfaff hat in seiner Schöpfungsgeschichte S. 159 den Versuch gewagt, nachzuweisen: „wie bei einer nur etwas ruhigen Prüfung der wirklich gegebenen Verhältnisse die Theorie von N. v. Fuchs als absolut unhaltbar sich zeigt oder zu den lächerlichsten Annahmen führt.“ Er hat nämlich berechnet, dass um nur den auf der Erde vorhandenen Kalk aufzulösen, ein Meer von 100 Meilen Tiefe, und um gar die ganze Erdmasse selbst nur in festweichen Zustand zu versetzen, ein Meer von 399 Meilen Tiefe erforderlich gewesen wäre. Seinen Kalkul zur Erreichung letzterer Ziffer hat er auf die Voraussetzung begründet, dass, um nur den leicht erweichbaren, an der Luft getrockneten Thon in einen knetbaren Zustand zu bringen, 12 Prozent Wasser dem Gewichte nach nöthig wären. Allein Pfaff hat, — abgesehen davon, dass man weder die Menge des Kalksteins, noch der festen Erdmasse, noch gar des Wassers auch nur mit einem Schein von Wahrscheinlichkeit ausrechnen kann — den Treffpunkt

Nach diesen Erörterungen müssen wir wieder zum Urzustand der Erde zurückkehren, um nachzuforschen, welche denn die bewirkenden Ursachen sind, die den Entwickelungsgang derselben geleitet haben, dass sie zu dem geworden, wie sie sich uns jetzt darstellt.

Wir sind von der unabweisbaren Voraussetzung ausgegangen, dass die Welt nicht von Ewigkeit her besteht, sondern dass sie einen zeitlichen Anfang hat, dass sie eine Schöpfung Gottes ist, der sie aus dem Nichts ins Dasein rief. Es ist dann weiter gezeigt worden, dass, weil die Erde eine Entwickelungsfolge bestanden hat, ihr erster Zustand als ein durchaus unentwickelter, ungestalteter, chaotischer gedacht werden muss.

Das nächste Stadium in der Entwickelungsfolge der Erde war offenbar die Differenzirung der amorphen chaotischen Massen, die Sonderung derselben in die Grundstoffe und deren mannigfaltige Verbindungen miteinander, welche die Mineralien und Felsarten bildeten. Aus diesem nunmehr durchgängig gesonderten, und in seiner spezifischen Sonderung gehaltenen Materiale wurde die Erdveste und deren Oberfläche mit ihren Gebirgszügen, Flachländern und Einsenkungen aufgebaut, und zwar wurden die Gebirgsarten weder im konfusen Durcheinander, noch in gleichmässiger Ausbreitung über die ganze Oberfläche abgesetzt, sondern sie folgen einer bestimmten Ordnung und erheben sich in den Gebirgszügen über das Flachland: stockwerkartig die eine über die andere aufgesetzt oder mehr reihenweise nebeneinander gestellt. Endlich als die Bildung der Erdveste beendigt war, musste Land und Wasser, wie es schon während derselben mitunter temporär und partiell geschehen war, definitiv geschieden werden, um Raum zu schaffen der organischen Welt, die auf dem

---

in der Theorie von Fuchs gar nicht erfasst, wie dies aus seinen erwähnten Anführungen und aus seiner Identifizirung von Amorph und Dicht hervorgeht. Nach der Grundanschauung von Fuchs bestand der chaotische Urzustand der Erde nicht in einer wirren Vermengung von bereits krystallinischen Gesteinsarten, wie Kalkstein, Quarz u. s. w., die erst vom Wasser zu lösen waren, sondern im ursprünglichen Zustande war die Erde eine amorphe, theils aufgelöste, theils festweiche, vom Wasser durchdrungene Masse, aus welcher erst im zweiten Stadium ihres Bildungsaktes die krystallinischen Bestandtheile der Erdveste hervorgingen. Dass aber für die zwei wichtigsten amorphen Massen, die Kieselerde und die kohlensaure Kalkerde, in dem Zustande, in welchem sie sich bereits befanden, das vorhandene Wasser vollkommen ausreichend war, um ihre Aufgabe durchzuführen, ergiebt sich auch thatsächlich aus dem Umstande, dass alle Hauptgesteine der Kieselreihe und das ganze Kalkgebirge ohne Ausnahme krystallinische Bildungen sind, die, um solche zu werden, vorher durch den wasserflüssigen oder doch wenigstens durch den amorphen gelatinösen Zustand hindurchgehen und deshalb auch die hiezu nothwendige Wassermenge vorgefunden haben mussten. Vor Thatsachen fällt jeder Kalkul, zumal ein auf total unsolider Basis aufgeführter. Dann aber auch hat Pfaff ganz und gar den oben erörterten Umstand vergessen, dass bekanntlich die Gebirgsbildung nicht auf Einmal, sondern in verschiedenen Zeitabschnitten erfolgte, woraus, wie erwähnt, von selbst sich ergiebt, dass im Falle das Wasser die ganze amorphe Erdmasse nicht zu gleicher Zeit zur Ueberführung in den festen krystallinischen Zustand vorbereiten konnte, dieser Vorgang eben nach und nach und zwar in vorausbestimmter Ordnung stattfand.

Trockenen gedeihen sollte und die erst jetzt — nach Beendigung der grossen Konflikte, die sich während des Bildungsaktes der Erde zwischen den zur Verfestigung bestimmten Massen und dem Wasser und der Atmosphäre erhoben — ins Leben treten konnte, um eine Zukunft vor sich zu haben. Wir fragen nun, welches waren die bewirkenden Ursachen, welche die ungestaltete Urmasse differenzirten und in gesonderte individualisirte Körper gestalteten; welches diejenigen, welche die Gebirge aufbauten und zwar in dieser wundervollen Gliederung und Ordnung, die jetzt unser Erstaunen erregt; welches ferner diejenigen, die zuletzt Festes und Flüssiges voneinander schieden, und endlich gar jene, welche eine ganz andere Ordnung der Dinge, das Reich der individuell belebten organischen Welt hervorriefen und in derselben eine unvergleichlich grössere Sonderung und Individualisirung als in der unorganischen bewirkten?

Auf diese Fragen erhält man gewöhnlich entweder gar keine Antwort, oder blos die Versicherung, dass vom Anfange an in die chaotische Masse die Kräfte und Gesetze gelegt wurden, die zur Durchführung ihrer Bildung nothwendig waren. Diese Antwort kann aber bei reiferer Erwägung schlechterdings nicht befriedigen, und um dies zu zeigen, will ich zunächst an eine Erklärung von Köstlin * anknüpfen. „Die Individualität der Geschöpfe lässt sich aus den allgemeinen Naturgesetzen nicht ableiten. Aus diesen begreift sich nur die allgemeine Ordnung des Geschaffenen, und für sich könnten die allgemeinen Gesetze der Natur zu nichts führen als zu einer absoluten Gleichförmigkeit ohne einzelne, bestimmt unterschiedene Körper. Aber dass gegenüber von den umfassenden Naturgesetzen einzelne Geschöpfe hervortreten, räumlich von den übrigen getrennt und durch eine eigenthümliche Verbindung von Eigenschaften ausgezeichnet, dieses folgt aus keinem natürlichen Gesetz, lässt sich aus keiner Kraft oder Bewegung der Natur erklären. So wie der Grund der Existenz der Natur, ihrer Kräfte und Gesetze nicht in der Natur selbst gesucht werden kann, eben so ist man gezwungen, den Grund der Individualität der Geschöpfe ausserhalb der Natur anzunehmen. Er ist in Gott als den Schöpfer und Erhalter der Welt zu setzen.“

Diese Erklärung steht freilich im diametralen Widerspruche mit der Behauptung der Materialisten, dass die Natur sich selbst genüge, um alles auf ihr Wohnende aus sich heraus zu produziren. Die Grundirrigkeit dieser Versicherung lässt sich am schlagendsten bezüglich der Entstehung der organischen Geschöpfe nachweisen und daher wollen wir zuvörderst dieselbe in Erwägung ziehen.

* Gott in der Natur. I. S. 257; ein Werk das wegen seiner klaren, konsequenten, streng logischen Durchführung als wahres Gegengift gegen die modernen materialistischen und atheistischen Tendenzen, womit man die Naturwissenschaften verpesten will, nicht genug empfohlen werden kann. Es zeigt faktisch, dass die ächte Naturforschung Gott in der Natur nothwendig finden muss.

Die neueren Untersuchungen haben es als unumstössliche Thatsache dargethan, dass das Unorganische für sich unfähig ist zur Erzeugung organischer Gestaltung, dass im Gegentheil die Entstehung eines neuen organischen Wesens durchaus bedingt ist von dem Einflusse eines andern schon vorhandenen und überdies mit ihm gleichartigen lebenden Organismus. Die Annahme also, mit welcher die Materialisten sich früher halfen, dass aus dem Schoosse der Materie zu einer gewissen Periode durch Steigerung ihrer Bildungskraft die organischen Wesen geboren worden wären, ist von der Naturwissenschaft als ein Grundirrthum, als absolute Unmöglichkeit, nachgewiesen worden. Damit sind nun aber die Materialisten in die peinlichste Noth gebracht: nach ihren Vorstellungen ist die Urbildung der Organismen aus der Materie „ein nothwendiges Postulat der exakten Wissenschaft und geradezu als Naturgesetz erforderlich"; andererseits hat aber die exakte Wissenschaft eben dieses angebliche Naturgesetz als ein Absurdum dargethan. Es ist nun höchst ergötzlich zu sehen, wie die Materialisten sich winden und drehen und auf die lächerlichsten Ausflüche und Widersprüche verfallen, um nur das, bei einem einigermassen konsequenten vernünftigen Denken sich mit unerbittlicher logischer Nothwendigkeit von selbst ergebende Geständniss nicht ablegen zu müssen, dass, wenn die Kräfte der Natur zur Urbildung der organischen Welt nicht ausreichend sind, alsdann eine andere, ausserhalb der Natur liegende Potenz es ist, welche letztere in die Existenz rief.* Cotta, der sonst sehr wegwerfend von biblischen Mythen spricht, ist doch wenigstens so aufrichtig zu erklären: „ein unlösbares Räthsel, bei dem wir nur an die unerforschliche Macht

* Wer sich einmal die Verlegenheit und die Schlangenwindungen der modernen Materialisten, wenn sie in ihren geologischen Deduktionen auf diesen fatalen Punkt kommen, zur Gemüthserheiterung vorstellig machen will, den verweise ich auf Burmeister's Geschichte der Schöpfung und auf Büchner's triviale Broschüre: Kraft und Stoff. Ihnen gegenüber will ich eine Stelle von Quenstedt in seinem Sonst und Jetzt S. 233 anführen, wo er die Naturforscher warnt, sich nicht lächerlich zu machen und wenigstens zu warten, bis über die Urzeugung entschieden sei, was übrigens, wie ich zufüge, mit vollkommener Berechtigung schon geschehen ist. „Aber Manchen", sagt er, „erscheint die Macht des Schöpfers, dem todten Erdenklos einen lebendigen Odem einzublasen, so missbehaglich, dass sie nicht einmal warten können, sondern lieber den absurdesten Träumen sich hingeben, um nur als scheinbare Sieger dazustehen. Ja! rufen sie, wenn auch unsere heutige Erde nichts Lebendiges mehr aus sich hervorbringen könnte, so ist das leicht erklärlich: jetzt gleicht sie einem alten Mütterchen, aber in ihrer Jugendzeit, da war es anders! Man lese nur die Werke Derjenigen, die sonst mit der schärfsten Lauge des Verstandes Alles zu beitzen pflegen, was sich nur von menschlichen Regungen gegen abstrakte Naturgesetze in uns aufthun will, man lese, wo es sich um organische Anfänge handelt, wie dann im Busen der alten Formationen aller Dreck von Leben wimmelt und die Allmacht der todten Erde im Schaffen nicht satt werden kann. — — Das ist der Mensch in seiner Beschränktheit des Geistes, der da meint, er müsse Alles denken können, sonst sei es nicht. Erlaubten sich Philosophen Solches, so kann man darüber hinwegsehen, denn was bliebe ihnen, wenn sie nicht mehr denken sollten. Als Naturforscher dürfen wir jedoch nur aus richtigen Beobachtungen schliessen, müssen aber dabei stets die Schranke bezeichnen, über die nichts hinausgeht."

eines Schöpfers appelliren können, ist, ebenso wie der erste Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen." — So ist es in der That; wir müssen bei der Unmöglichkeit, dass aus „der freien Zeugungskraft der Materie", wie man sich auszudrücken beliebte, die organische Welt sich entwickeln könne, zur Ermöglichung der ursprünglichen Entstehung der letzteren schlechterdings an eine ausser- und übernatürliche Potenz, d. h. an Gott den Schöpfer appelliren. Hiemit erhält der alte Ausspruch von Baco, dass der Fortschritt in der Erkenntniss nicht von Gott abführe, sondern immer näher zu ihm hinleite, abermals eine bedeutungsschwere Bestätigung, und die Behauptung der modernen Atheisten, dass die tiefere Einsicht in die Naturgesetze den Offenbarungsglauben nicht länger neben sich bestehen lassen könne, beruht entweder auf mangelhafter Kenntniss oder auf totaler Befangenheit in materialistischen Vorurtheilen oder ist geradezu eine freche Lüge, zur Bethörung des grossen Haufens ausgeheckt.

Aus den Elementen des Naturgebietes sind wir demnach nicht im Stande, die Anfänge der organischen Welt abzuleiten; wir müssen im Gegentheile zu dem Postulate greifen, dass es eines neuen göttlichen Schöpfungsaktes hiezu bedurfte und zwar eines solchen, der alle die einzelnen Arten in ihrer Gesondertheit und Selbstständigkeit hervorrief. Aber auch für die unorganische Welt reichen wir mit dem ersten Schöpfungsakte: der Erschaffung der chaotischen Erdmasse, nicht aus, sobald wir nach den bewirkenden Ursachen fragen, welche die Differenzirung und Gliederung derselben nach allen den Beziehungen, deren wir vorhin gedachten, durchgeführt haben. Wie Köstlin ganz richtig bemerkt, lässt sich aus den allgemeinen Naturgesetzen die Sonderung der Urmasse in eigenthümlich individualisirte Körper, durcheinander gemengt und doch jeder für sich seine Selbstständigkeit behauptend, durchaus nicht ableiten; im Gegentheil hätten diese Gesetze nur zu einer Gleichförmigkeit führen müssen. Und wenn es auch als selbstverständlich erscheint, dass, nachdem die Absätze der Gebirgsarten erfolgten, die Massen an einer Stelle mehr, an einer andern schwächer angehäuft wurden und dadurch auf der Erdoberfläche Erhöhungen und Vertiefungen entstanden, so lässt sich doch aus den ursprünglichen Naturkräften keineswegs die regelmässige Gliederung und Anordnung der Gebirgszüge mit ihrem mannigfaltigen und doch nach einem Grundtypus erfolgenden Wechsel von Felsarten begreifen. Nicht einmal die Scheidung von Land und Wasser lässt sich aus jenen Gesetzen ableiten, denn es kann nicht geläugnet werden, dass, da in Folge des Niederschlags und der krystallinischen Verfestigung der erweichten oder aufgelösten Massen ein Entlassen des bisher an sie gebundenen Wassers vor sich ging, sogar eine relative Vermehrung des Urmeeres eingetreten ist, und da die Naturgesetze die Scheidung nicht hätten bewirken können, so wäre eine solche lediglich dem Zufalle anheim gestellt gewesen, der eben so gut, als er sie thatsächlich ausführte, sie hätte unterlassen und dadurch das spätere Auftreten der landbewohnenden

organischen Wesen, mithin auch des Menschen, absolut hätte vereiteln können.*

Zu solchen sinn- und trostlosen Konsequenzen führt eine Weltansicht, die in der ganzen Natur nichts von dem Walten eines Gottes wissen, sie für etwas Ursprüngliches, durch sich selbst Bestehendes, von nichts Anderem Abhängiges, ihren Gang von Ewigkeit zu Ewigkeit mit blinder Nothwendigkeit selbst Bestimmendes, ja die in ihrem Wahnwitze selbst den Menschengeist nur als eine unfreie Thätigkeitsform der Materie ausgeben will. Und obwohl die modernen Materialisten und Atheisten mit einer unerhörten Frechheit behaupten, dass ihre eben so unvernünftige als gottesvergessene Weltansicht ein nothwendiges Ergebniss der neueren Fortschritte der Naturwissenschaften sei, so ist, um mit Schönbein** zu sprechen, „glücklicher Weise dem nicht so und führt die ächte Naturforschung zu einem ganz andern Endziel als zur Verleugnung des Geistes, zur Zernichtung des Sittengesetzes, zum Verneinen des Göttlichen. — — Die Macht der Wahrheit ist zu gross, das Walten und Wirken des Geistes in der Natur und im Menschen zu offenkundig, dem menschlichen Gemüthe das Bewusstsein seines göttlichen Ursprunges zu tief eingesenkt, als dass zu fürchten wäre, unser Geschlecht werde jemals so unglücklich und gottverlassen werden, um in seiner Gesammtheit unter die Herrschaft eines eben so rohen als unvernünftigen Materialismus zu verfallen. — — Der ins Tiefe, Hohe und Weite gehende Sinn hat sich von jeher und immer auf einen und eben denselben Standpunkt gestellt, von dem aus er Natur und Menschheit betrachtet. In Beiden erblickt er eine fortlaufende Offenbarung des Geistes, ein Herauskehren Dessen, was in den unergründlichen Tiefen des göttlichen Wesens verborgen liegt.“

Um mit diesen Betrachtungen zum Schlusse zu kommen, so ergiebt sich aus ihnen als Resultat, dass wir, um uns die Möglichkeit der Entstehung der unorganischen wie der organischen Welt überhaupt nur vorstellig zu machen, an die Allmacht und Weisheit Gottes des Schöpfers appelliren müssen, und dass wir ferner auf dieselbe uns ebenfalls zu berufen haben, um für das Auseinandergehen und die Gestaltung gesonderter, mit eigenthümlichen Eigenschaften begabter indi-

* Die vulkanistische Theorie hat allerdings keine Schwierigkeit, die Scheidung des trocknen Landes und des Wassers zu erklären; sie lässt vermöge ihrer Hebungstheorie die Gebirge so oft und so hoch sich erheben, theilweise auch wieder sich senken, wie sie es gerade für nöthig findet. Leider sind wir aber ausser Stande, die Hebungskraft als eine allgemeine Naturkraft anzuerkennen, so lange nicht die Physiker sich entschliessen, diese ihrer Wahrnehmung bisher ganz entgangene Kraft als wirklich existirend in ihre Lehrbücher aufzunehmen. Aber auch alsdann müsste man wieder fragen, welche Potenz jeweilig die Hebungskraft zur Thätigkeit stimulirt und in ihren Operationen geregelt hat.

** Ueber die Bedeutung und den Endzweck der Naturforschung. Basel, 1853; ein Festprogramm, das in eben so entschiedener als geistreicher Weise die Behauptung widerlegt, dass das letzte Resultat der Naturforschung der Materialismus und Atheismus sei.

vidualisirter Naturgebilde, für die spezifisch differente Anordnung ihres Baues und für ihre geregelte Vertheilung über die Erdoberfläche den letzten Grund angeben zu können. Wie für den ersten Anfang der Erde, so für jeden Eintritt in eine neue Stufe ihrer Entwickelungsreihe, können wir keine andere Vermittelung als die bezeichnen, auf welche schon der älteste Geolog, dessen tiefes Verständniss der Schöpfungsgeschichte auch von Seiten der Naturwissenschaft immer mehr anerkannt wird, sich berief: und Gott sprach, es werde, und es ward. Die ganze Schöpfungsgeschichte vom Anfang bis zum Ende ist ein Akt unmittelbarster göttlicher Bewirkung, ein fortwährendes Schaffen Gottes, bis Alles vollendet war. So wenig ich sonst mit dem Gottesläugner L. Feuerbach übereinstimme, darin bin ich wenigstens mit ihm einverstanden, wenn er erklärt; „wer A sagt, muss auch B sagen; ein supranaturalistischer Anfang erfordert nothwendig eine supranaturalistische Fortsetzung", und wie ich weiter hinzufüge, umgekehrt ist durch die letztere auch der erstere bedingt.

So viel, um zu wissen, durch welche Potenz die Welt ins Dasein gerufen und in ihrer Entwickelung bis zur Vollendung ihrer sämmtlichen Bildungen geleitet wurde, und durch welche sie in dem gewordenen Bestande fortwährend erhalten wird. Die Aufgabe der Geologie kann es aber nicht sein, das Wesen dieser Potenz zu ergründen, sie muss sich begnügen, dieselbe als ein ihr nothwendiges Postulat anzuerkennen, an das sie erst ihre Versuche anknüpfen kann, mit Hülfe der uns bekannten Naturgesetze in die mysteriösen Prozesse der Schöpfungsgeschichte einige Einsicht zu gewinnen. Die Hauptsache bei diesem wissenschaftlichen Versuche ist es gleich von vorn herein sich auf den richtigen Standpunkt zu stellen und als solchen können wir nur den neptunistischen bezeichnen, dessen Sachgemässheit jetzt anfängt, zu einer immer weiter sich ausdehnenden Anerkennung zu gelangen.

Wir haben unsern vorhergehenden kurzen Abriss der Geschichte der Geologie da abgebrochen, wo der Vulkanismus es zur fast allgemeinen Geltung gebracht hatte. Hiemit hatte er seinen Kulminationspunkt erreicht, ohne sich gerade sehr lange auf diesem behaupten zu können, denn es hat sich bereits der entschiedenste Umschlag zu Gunsten des Neptunismus ergeben, so dass dadurch der Vulkanismus jetzt in immer engere Grenzen zurückgedrängt wird. Naumann *, einer der bedeutendsten Geognosten auf plutonistischer Seite, hat nicht umhin gekonnt, bereits eine Anzahl von Silikatgesteinen, wie Glimmer-, Thon-, Chlorit-, Talk-, Hornblendeschiefer, Quarzfels, wenigstens von den pyrogenen Gesteinen unter dem Namen der kryptogenen auszuscheiden, weil sie zwar der Theorie nach zu den plutonischen Bildungen gehören sollten, thatsächlich aber mit denselben nicht zusammenstimmen. Naumann erklärt sogar unumwunden, dass für gewisse

* Lehrb. d. Geolog. II. 1. S. 334, 352.

Gneisse und Glimmerschiefer es geradezu gewagt sei, eine pyrogene Entstehungsweise anzunehmen; eben so verkennt er nicht die starke Hinneigung des Chlorits, Talkschiefers, Serpentins, Amphibolits und Hornblendeschiefers zu neptunischen Felsarten; vom Kieselschiefer gesteht er ohnedies zu, dass an seiner hydrogenen Bildung nicht gezweifelt werden dürfe, und auch von den Quarziten will er es nicht verneinen, dass sie gar häufig als hydrogene Produkte zu betrachten seien. Dem entschieden vulkanisch-plutonischen Gebiete bleibt also, selbst nach NAUMANN's Erklärung, nur noch ein sehr beschränkter Spielraum über, und wie wir später zeigen werden, ist schon dieses Zugeständniss ausreichend, um wenigstens das ganze Urgebirge demselben zu entziehen und dem neptunischen zu restituiren.

Noch weiter ist BISCHOF, der zuerst als Streiter für den Vulkanismus auftrat, in der Umkehr vorangeschritten. Er gesteht selbst zu, dass anfangs die Autorität von Männern, welche viel gesehen und beobachtet hatten, auf ihn bezüglich des Plutonismus Einfluss geübt habe, dass er aber, seitdem er sich durch eigene Beobachtungen belehrt hätte, immer mehr zu der Ueberzeugung gekommen wäre: „dass plutonischen und plutonisch-metamorphischen Prozessen ein Feld von unhaltbarer Ausdehnung eingeräumt worden wäre“, und dass die Vorstellungen von letzteren bei neueren Geologen „bis in das Lächerliche ausgeartet seien.“ Wie N. v. FUCHS ist BISCHOF vom chemischen Standpunkte ausgegangen, und hat von demselben aus die geologischen Theorien geprüft und Schritt vor Schritt eine Parzelle nach der andern dem vulkanischen Gebiete entzogen und dem neptunischen wieder zugestellt, so dass bei ihm dermalen nur noch das basaltische und trachytische Gebirge es ist, welches er für vulkanisch erklärt, gleichwohl aber bereits, wegen einiger höchst befremdlichen Verhältnisse desselben, darauf Bedacht genommen hat, wie man es sich allenfalls chemisch deuten könne, wenn auch dieses letzte Bollwerk des Vulkanismus fallen oder doch mit dem Neptunismus getheilt werden sollte.

So ist denn jetzt der Neptunismus im besten Zuge, seinen alten Besitzstand wieder zu gewinnen, und wenn man sich dermalen von vielen Seiten her noch sperrt, dies unumwunden einzugestehen, so wird man endlich doch die Evidenz seines Rechtstitels anerkennen müssen. Die lange Unterdrückung, in welcher er gehalten wurde, ist übrigens nicht ohne wesentlichen Nutzen für ihn gewesen, denn, um aus dem Kampfe siegreich hervorzugehen, musste er um besseres Rüstzeug, als er vorher gehabt, sich umthun, und seine Stützen nach der Tiefe, wie nach der Breite fester gründen.

DRITTER ABSCHNITT.

Charakteristik und Eintheilung der Gebirgsarten.

Schon eine oberflächliche Betrachtung irgend eines Gebirgsdistriktes giebt gleich zu erkennen, dass derselbe selten aus einer und derselben Felsart, sondern aus mehreren, übereinander geschichteten zusammengesetzt ist. Die Kenntniss sämmtlicher Gebirgsarten sowohl nach ihrer oryktognostischen oder petrographischen Beschaffenheit, als auch nach der Reihenfolge, in der sie übereinander gelagert sind, macht die eigentliche Geognosie aus, eine Sparte der Geologie, die es demnach zunächst mit der Erforschung des Thatbestandes zu thun hat. Sie hat hiebei, wie schon eben angedeutet, zwei Hauptpunkte ins Auge zu fassen: 1) die mineralische [petrographische] Beschaffenheit der Gebirgsarten, 2) die Reihenfolge, in welcher diese übereinander gelagert sind. Hienach zerfällt dieser Abschnitt in zwei Kapitel.

I. KAPITEL.

Petrographische Charakteristik der Gebirgsarten.

Dieses Kapitel ist dazu bestimmt, die aus der Gesteinsbeschaffenheit hervorgehenden Unterschiede zwischen den Gebirgsarten festzustellen und dieselben darnach systematisch zu gruppiren. Zunächst treten uns unter ihnen zwei Verschiedenheiten entgegen: die einen nämlich werden blos von einer und derselben oryktognostischen Spezies, wie z. B. das Kalkgebirge, gebildet, die andern, wie z. B. der Granit, bestehen aus mehreren oryktognostischen Arten; jene nennt

man einfache, diese gemengte Gebirgsarten.* Der petrographische Charakter der Felsarten wird demnach von den Mineralarten bestimmt, aus denen sie bestehen. Den Hauptantheil an der Zusammensetzung der Erdveste nehmen aber zwei Erden ein: die Kieselerde und die Kalkerde, wovon die erste sowohl einfach für sich, als auch in sehr mannigfaltigen Verbindungen auftritt, die letztere aber blos in chemischer Verbindung mit andern Stoffen vorkommt. An Masse weit zurückstehend gegen diese beiden Erden gehen auch die Mineralkohlen in die Zusammensetzung der Erdveste ein, und hinsichtlich ihrer Mächtigkeit noch mehr untergeordnet nehmen auch Steinsalz, Eisenerze und andere Erze einen beschränkten Antheil. Wie schon in der Theorie der Erdbildung angeführt wurde, können wir also nach ihrem vorwiegenden chemischen Bestande drei Hauptreihen unter den Gebirgsarten unterscheiden: die Kieselreihe, Kalkreihe und Kohlenreihe; an diese schliessen sich in weit beschränkterer Bedeutung noch einige Nebenreihen an.

Am Schlusse der Beschreibung einer jeden Gebirgsart soll die Theorie ihrer Entstehungsweise zugleich mit abgehandelt werden. Streng genommen würden diese Erörterungen eigentlich dem geogonischen Abschnitte angehören; da sie jedoch leichter verständlich werden, wenn ihnen die Schilderung des Thatbestandes vorausgeht, überdies durch ihre Absonderung die ganze Darstellung zu zerstückelt worden wäre, habe ich es vorgezogen bei jeder Felsart an die petrographische Charakteristik gleich die Betrachtung ihrer Entstehungsweise anzuschliessen.

A. Kieselreihe.

Die Kieselerde kommt in dem Mineralreiche in zwei verschiedenen Zuständen vor: krystallinisch als Quarz, amorph als Opal; die weiteren Unterschiede zwischen beiden sind schon früher erörtert worden. Da der Opal nur ein sehr beschränktes Vorkommen hat, so ist in der Geognosie lediglich vom Quarze [der reinen krystallinischen Kieselerde] die Rede. Bei seiner grossen Bedeutung in der Gebirgswelt wird es nicht überflüssig sein, einige weitere Erläuterungen hier über ihn beizufügen.

Der Quarz erscheint physikalisch als einfacher Körper, ist es aber nicht in chemischer Hinsicht, denn er kann durch die Kunst in zwei nicht weiter zerlegbare, also elementare Stoffe: Silicium und Sauerstoff [Oxygen], geschieden werden, von denen jedoch keiner für

---

* In der vulkanistischen Geologie wird auch noch zwischen normalen und abnormen Felsarten unterschieden: jene werden als geschichtet, petrefaktenführend und neptunisch, diese als ungeschichtet, versteinerungsfrei und vulkanisch oder plutonisch bezeichnet. Diese Unterscheidung ist aber schon deshalb unhaltbar, weil auch sogenannte normale Felsarten ungeschichtet, und umgekehrt abnorme geschichtet vorkommen und überdies Petrefakten enthalten können.

sich in der Natur existirt. Die Kieselerde ist demnach ein Oxyd, wie man jede Sauerstoffverbindung nennt; der Chemiker bezeichnet sie aber auch als eine Säure, Kieselsäure [Siliciumsäure], obwohl sie nicht sauer schmeckt und fest ist, und zwar legt er ihr diesen Namen bei, weil sie sich mit gewissen andern Körpern zu Salzen verbinden kann, wie dies der Fall bei den eigentlichen Säuren ist. Der Quarz [die krystallinische Kieselerde] stellt sich in sehr zahlreichen Abänderungen ein, die mit besondern Namen belegt werden. Er findet sich 1) in Krystallgestalten oder krystallinischen Massen, wovon man die ganz und vollkommen durchsichtigen als Bergkrystall, andere als Amethyst, Rosenquarz, Prasem, Eisenkiesel bezeichnet; 2) als dichter Quarz, der entweder opalfrei ist, wie der Hornstein, Kieselschiefer und Jaspis, oder opalhaltig wie der Chalcedon, Karneol, Chrysopras, Feuerstein; 3) als erdiger Quarz, wozu der Tripel, Schwimmstein und auch der sogenannte Thonstein gehört, welch letzterer ebenfalls ein erdiger Quarz ist, aber mit etwas Thon und andern Substanzen verunreinigt. Der Achat ist ein Gemenge von mehreren Abänderungen des Quarzes.

Die Kieselerde kommt aber im Mineralreiche nicht blos als ein physikalisch einfacher Körper, sondern auch in zahlreichen Verbindungen mit andern [Basen genannt] vor, mit welchen sie die Silikate bildet, zu denen eine grosse Reihe von Mineralspezies gehört, als z. B. Feldspath, Glimmer, Granat, Zeolith, Talk, Augit, Hornblende, Serpentin, Schörl u. s. w. Besonders gern geht die Kieselerde Verbindungen mit der Thonerde ein.

Auch die Thone gehören zu den Silikaten, und zwar sind sie hauptsächlich Thonerdesilikate mit überwiegendem Vorwalten der Kieselerde. Wie Fuchs meint, sind manche höchst wahrscheinlich Gemenge verschiedener Thonerdesilikate, wozu sich oft noch andere Gemengtheile gesellt haben, weshalb ihre Zusammensetzung sehr mannigfaltig und veränderlich ist.

Sowohl die krystallinische Kieselerde [der Quarz] an sich tritt als Gebirgsart [Quarzfels] auf, als noch vielmehr ihre Silikate; letztere sehr selten als einfaches Gestein [Serpentinfels, Hornblendefels], weit häufiger als ein Gemenge von Silikaten [Granit, Gneiss, Porphyr u. s. w.], wobei zwei oder mehrere Mineralspezies eine besondere Gebirgsart konstituiren.

Die Kieselreihe bietet demnach eine grosse Anzahl von Gebirgsarten dar, wobei jedoch wohl zu bemerken ist, dass diese sich nicht gegenseitig in so bestimmter Weise abgrenzen wie die Mineralarten. Letztere, so verwandt sie auch untereinander sein mögen, zeigen doch keine gegenseitigen Uebergänge, sondern stehen scharf abgesondert nebeneinander. Anders verhält es sich mit den Gebirgsarten, die, wie im II. Abschnitte 8. Kapitel ausführlicher gezeigt wurde, sowohl nach ihren Gemengtheilen als nach ihrer Struktur mannigfaltige Uebergänge ineinander darbieten und sich daher voneinander nicht scharf abgrenzen lassen lassen. So ist z. B. der Granit ein körniges Gemenge von

Quarz, Feldspath und Glimmer. Tritt der Feldspath daraus allmählig zurück, bis er zuletzt ganz verschwindet, so entsteht der Greisen. Mengt sich dem Granite allmählig Hornblende bei, bis diese zuletzt den Glimmer ganz ersetzt, und der Quarz nach und nach ebenfalls verschwindet, so erhält man den Syenit, der nur noch aus Feldspath und Hornblende besteht; das Mittelglied bildet der Syenitgranit, der weder ausgezeichneter Granit, noch ausgezeichneter Syenit, sondern ein Mittelding ist. Wie in diesen Fällen die Uebergänge einer Felsart in eine andere durch Aenderung in den Gemengtheilen herbeigeführt werden, so in andern durch Aenderung in der Struktur. Als Beispiel können Granit und Gneiss dienen, die beide gleiche Gemengtheile haben, nur dass sie beim ersteren im körnigen, beim andern im flaserig-schieferigen Gefüge mit einander verbunden sind; durch Umänderung der körnigen Struktur des Granites in die schiefrige des Gneisses gehen diese Gebirgsarten unmittelbar ineinander über, so dass sich beide in solchen Fällen weder oryktognostisch noch geognostisch von einander absondern lassen.

Indem demnach die Felsarten der Kieselreihe durch Uebergänge allseitig unter einander verbunden sind, kann man nicht sagen, dass sie wirkliche Spezies, wie die oryktognostischen ausmachen, denn zum Begriffe dieser gehört die vollständige Absperrung, welche alle Uebergänge in andere Arten ausschliesst. Die geognostischen Arten der Kieselreihe bilden aber streng genommen nur eine Spezies, und was man mit dem Namen der Gebirgs- oder Felsarten belegt, bezeichnet eigentlich nur die hervorragendsten und zugleich mächtigsten Abänderungen [Varietäten] in dieser grossen Reihe mannigfaltiger Bildungen einer und derselben Einheit. Wenn man aber schon bei der oryktognostischen Spezies: Quarz, im Rechte ist, ihre wichtigsten Varietäten, weil sie besondere Eigenschaften darbieten, durch besondere Namen [Bergkrystall, Jaspis, Hornstein u. s. w.] zu fixiren, so hat man dazu bei den geognostischen Varietäten der Kieselreihe ein noch grösseres Recht, weil selbige sich nicht nur ebenfalls durch besondere Eigenschaften auszeichnen, sondern weil sie sich auch durch ihr massenhaftes Auftreten die Anerkennung erzwingen und überdies durch ihre Lagerungsverhältnisse die Eigenthümlichkeit ihrer Erscheinung unterstützen. Wir behalten demnach den Namen Gebirgs- oder Felsarten bei, wobei wir uns nur verwahren wollen, dass er nicht in dem strikten Sinne wie der scharf bezeichnete Begriff der oryktognostischen Art zu nehmen ist.

Aus dem Gesagten geht aber weiter hervor, dass die Gebirgsarten nach ihrer petrographischen Beschaffenheit nicht geeigenschaftet sind, eine wirkliche Klassifikation zuzulassen. Denn, wie Mohs * ganz richtig sagt, „wo es keine oder nur eine Spezies giebt, da kann es kein oder nur ein Genus geben, welches die einzige Spezies selbst

* Geognos. S. 39 u. f., wo mit grösster Schärfe und Bündigkeit der Nachweis geliefert wird, warum die Gebirgsgesteine keine systematische Behandlung zulassen.

ausmacht, und wo es kein oder nur ein Genus giebt, da verhält es mit der Ordnung sich eben so, und es muss daher jeder Gedanke an eine wirkliche Klassifikation wegfallen."

Mit diesem Zugeständnisse kommen wir aber in eine eigenthümliche Verlegenheit, denn eine wissenschaftliche Betrachtung möchte doch gerne ihre Objekte in eine schematische Anordnung bringen, und gleichwohl verschwimmen dieselben im vorliegenden Falle durch mannigfaltige Uebergänge so ineinander, dass kein Eintheilungsprinzip den strengen Anforderungen der Logik genügen kann. Man betrachte sich nur einmal nachfolgendes Schema, welches die hauptsächlichsten Felsarten der Kieselreihe nach ihren nächsten Uebergängen aufführt, wobei von dem Granit, als dem Centralgesteine, ausgegangen wird.

Syenit	Granit	Porphyr
Grünstein	Gneiss	Trachyt
Gabbro	Glimmerschiefer	Klingstein
Melaphyr	Thonschiefer	Glasite
Basalt	Grauwacke	
	Sandsteine.	

Wenn auch gleich die letzten Glieder dieser drei Reihen sich von einander wie vom Granite nach ihrer petrographischen Beschaffenheit weit entfernen, so sieht man doch zugleich, wie sie durch Mittelglieder sich unter einander verknüpfen, und es ist hiebei noch weiter zu bemerken, dass diese Verbindung nicht blos nach den aufsteigenden Linien bewerkstelligt wird, sondern, was das Schema nicht zur Anschauung bringt, dass eine solche auch von den Seiten her stattfinden kann, so z. B. geht der Sandstein unmittelbar in Porphyr, der Grünstein [Diabasschiefer] in Thon- oder Grauwackenschiefer u. s. w. über.

Bei diesem Sachverhalt hat man keine andere Wahl, als entweder mit Mohs in strenger Folgerichtigkeit auf eine petrographische Klassifikation der Gebirgsarten ganz Verzicht zu leisten und letztere einfach nach den nächsten Verwandtschaftsgraden aufzuführen, oder man muss von den strengen Anforderungen einer systematischen Klassifikation absehen und kann dann die Felsarten der Kieselreihe in einige Gruppen bringen, die freilich keine scharfe Begrenzung zulassen und deshalb je nach den Ansichten sehr verschiedenartig ausfallen, wobei jedoch der Vortheil gewonnen wird, dass wenigstens die zunächst miteinander verwandten auch gleich als solche durch ihre Zusammenfassung in eine Gruppe erkannt werden. Solcher Gruppen, die, als mehr oder minder willkührlich aufgestellt, keinen streng wissenschaftlichen Werth ansprechen können, sondern nur zur Erleichterung der Uebersicht dienen sollen, haben wir für die Kieselreihe sieben aufgestellt.

§. 1. Granitische Felsarten.

Hieher stellen wir den Granit, Gneiss, Weissstein, Syenit und Quarzfels, also solche Felsarten, bei denen Quarz, Feldspath und

Glimmer die hauptsächlichen Bestandtheile ausmachen, die entweder im einfach körnigen oder körnigschieferigen Gefüge zusammen eine Felsart konstituiren, oder bei denen der eine oder der andere von diesen Gemengtheilen sich verliert, oder durch andere verwandte Mineralarten ersetzt wird. Alle diese Felsarten stehen sowohl unter sich als mit denen der nachfolgenden Gruppe durch vielseitige Uebergänge in innigster Verbindung.

1. Der Granit.

Der Granit ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von Quarz, Glimmer und Feldspath. In der Regel hat der Glimmer den geringsten, der Feldspath den grössten Antheil an der Zusammensetzung des Granits. Diese drei Bestandtheile haften im körnigen Gefüge ohne besonderes Cement fest aneinander und beschränken sich gegenseitig in ihrer Ausbildung zu Krystallgestalten, obwohl mitunter auch solche zu ihrer vollen Entwickelung gelangen.

Der Quarz ist von weisser oder graulicher Farbe; sehr selten wird er grünlich, bläulich oder roth. Gewöhnlich tritt er in eckigen Körnern auf, mitunter aber bildet er sich zu vollständigen Krystallen, oft von sehr ansehnlicher Grösse, aus. — Der Glimmer, gewöhnlich der zweiaxige, ist silberweiss, goldgelb, braun, schwarz oder dunkelgrün; obwohl in der Regel den beiden andern Bestandtheilen an Masse nachstehend, dehnt er sich doch auch bisweilen zu grossen Tafeln aus, von denen das sibirische Frauen- oder Marienglas das ausgezeichnetste Beispiel abgiebt. — Der Feldspath kommt als Kali- oder Natrum-Feldspath vor, ist weiss, graulich, gelblich, nicht selten auch fleischroth, bildet sich oft zu Krystallen aus, zuweilen von kolossalen Dimensionen, so dass z. B. in Miask ein Steinbruch in einem einzigen Feldspathkrystall angelegt ist.

Wenn der eine oder andere von diesen drei wesentlichen Gemengtheilen des Granites verschwindet, oder durch einen andern ersetzt wird, oder wenn ein solcher überhaupt den wesentlichen Konstituenten sich als neuer Gemengtheil beigesellt, so entstehen dadurch mancherlei Varietäten des Granits, die mit besondern Namen bezeichnet werden.

Tritt im Granite der Feldspath allmählig zurück, bis zum völligen Verschwinden, wie dies z. B. bei Zinnwald im Erzgebirge der Fall ist, so entsteht daraus der Greisen.

Hört der Glimmer auf, einen wesentlichen Gemengtheil des Granits auszumachen, und ist der Quarz in seinem Bestreben Säulen oder Pyramiden zu bilden, gestört worden, so dass seine Krystalle verzerrt und dabei gewöhnlich in parallelen Linien vertheilt wurden, wodurch sie Figuren, ähnlich wie Kämme oder hebräische Schriftzüge hervorbringen, so bezeichnet man diese Abänderung des Granits mit dem Namen Schriftgranit [Pegmatit].

Verschwinden Quarz und Glimmer, so dass nur der Feldspath

als gleichförmige feinkörnige Masse zurückbleibt, so erhält man den Weissstein [Granulit].

Mit dem Namen Protogin [Alpengranit] bezeichnet man den Granit des Montblanc's und mehrerer anderer hohen Berge der Alpenkette, worin den gewöhnlichen Gemengtheilen sich noch Talkblättchen beigesellen. Der Protogin ist demnach ein krystallinisch-körniges Gemenge von lichtem Feldspath [weissem oder röthlichem glänzenden Orthoklas und grünlichweissem matten Oligoklas], grauem oder röthlichem Quarze, dunkelgrünem Glimmer und hellgrünem Talke.

Im Miaskit, der bei Miask in Sibirien gefunden wird, ist Feldspath und Glimmer geblieben, aber der Quarz ist durch Nephelin ersetzt. Im Uebrigen hat diese Felsart ein vollkommen granitisches Ansehen und geht auch sowohl in gewöhnlichen körnigen Granit als in schiefrigen Gneiss über.

Eine andere Abänderung des Granits ist der Syenit, in welchem der Glimmer durch Hornblende ersetzt wird und der Quarz verschwindet. Der Uebergang geschieht so allmählig, dass eine und dieselbe Ablagerung an verschiedenen Stellen bald als Granit, bald als Syenit sich darstellt.

Auch der Gneiss und Glimmerschiefer sind eigentlich nichts weiter als Abänderungen des Granits, in welchen das Gefüge der Gemengtheile nicht mehr, wie bei letzterem, körnig, sondern schieferig ist, und wobei im Glimmerschiefer der Feldspath bis zum Verschwinden zurückgedrängt wird. Mit beiden Felsarten ist ohnedies der Granit durch Wechsellagerung und Einlagerung aufs engste verknüpft.

Mit dem Porphyr steht der Granit ebenfalls in naher Beziehung und er erlangt selbst eine porphyrartige Struktur, wenn nämlich, wie dies im Fichtelgebirge häufig der Fall ist, der Feldspath nicht blos einen wesentlichen Gemengtheil des Granits ausmacht, sondern überdies in vollständigen Krystallen sich ausscheidet.

Obwohl der Sandstein im Grunde auch nur als ein granitartiges Gestein, in welchem die Krystallisationskraft bereits geschwächt ist, betrachtet werden kann, so finden doch unmittelbare Uebergänge zwischen ihm und dem Granit sehr selten statt, sind aber gleichwohl nicht ohne Beispiel.*

Der Granit bildet ferner Uebergänge in Trachyt und gewisse Trappgesteine, wovon bei letzteren die Rede sein wird. Hier ist aber noch ein eigenthümliches Mittelgestein, der Hornfels, zu erwähnen, durch welchen der Granit mit Thonschiefer und Grauwacke in allmähligem Uebergange sich verbindet.

Der Hornfels stellt sich gar häufig als Mittelglied auf der Grenze der genannten Felsarten ein und sein Auftreten am Harze, wo Granit einerseits und Thonschiefer nebst der ihm aufs engste verbun-

---

* Auf einen solchen Uebergang von Granit in Sandstein bei Herrngrund in Niederungarn weist Wilh. Fuchs in seinen Beiträgen zur Lehre von den Erzlagerstätten S. 9 hin.

denen Grauwacke andererseits in Lagerungsbeziehung zu einander treten, kann als eines der belehrendsten Beispiele dienen, wie dies ausführlicher am Schlusse der Schilderung des Granits hervorgehoben werden soll. Man kann die Entwickelung des Granits aus Thonschiefer, oder umgekehrt, vermittelst des Hornfelses, nicht deutlicher vor Augen sehen als in diesem Falle. Thonschiefer und Granit bestehen aus den nämlichen Silikaten, nur mit verschiedener Beschaffenheit des Gefüges. Zuerst wird der Thonschiefer in seiner ganzen Masse von Kieselerde mehr durchdrungen und wandelt sich dadurch zu Hornfels um. Dann geben sich seine anfänglich ineinander verflössten Gemengtheile, Quarz, Glimmer und Feldspath, mehr auseinander, wodurch glimmerschiefer- oder gneissartige Gebilde entstehen. Zuletzt verschwindet das schiefrige Gefüge und wird krystallinisch-körnig, d. h. statt der Schiefer tritt nunmehr Granit auf, als das letzte Glied einer zusammenhängenden Entwickelungsreihe von chemisch gleichartigen Silikatgesteinen, alle durch einen und denselben chemischen, nur nach Umständen modifizirten Prozess zu Stande gebracht.

Ausser den wesentlichen oder den sie ersetzenden Gemengtheilen finden sich im Granit noch zufällige, wie z. B. Granat, Schörl [Schörlfels], Andalusit, Beryll, Graphit u. s. w. Nicht selten wird der Granit von erzführenden Gängen durchsetzt, welche Silbererze, Zinnerze, Kupfer- und andere Erze enthalten und einen Gegenstand des Bergbaues abgeben. Auch Gänge von Grünstein, Porphyr, Basalt u. s. w. gehören bei ihm mitunter zu den nicht seltenen Erscheinungen; ja es treten im Granite selbst wieder Granitgänge auf, die sich durch Verschiedenheit des Korns von der Hauptmasse unterscheiden.

Ausserdem schliesst der Granit noch manche untergeordnete Lager ein, von denen hier nur einige bemerklich gemacht werden sollen. Der Quarz bildet oft mächtige Lager, theils körnig und dicht, theils mit Drusen schöner Bergkrystalle [Krystallkeller]. Zuweilen finden sich Parthien von Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und andern Silikat-Felsarten in grösseren und kleineren Massen im Granit eingeschlossen, wobei höchstens die kleinen bisweilen abgerundet, die grossen dagegen fast immer eckig und nicht selten mit ihren Rändern ganz in die Granitmasse verflossen sind. Unter den Einschlüssen, die nicht zur Gruppe der Silikate gehören, sind am wichtigsten die des körnigen Kalksteines, welcher oft in bedeutender Masse und Erstreckung auftritt.

Der Granit ist ausserordentlich weit verbreitet und macht gewöhnlich den Hauptstock der Gebirgsketten aus. Meist erhebt er sich in sanft gewölbten Kuppen, zuweilen bildet er jedoch schroffe zackige Gipfel und schlanke pyramidale Hörner. Mancher Granit wird leicht von der Witterung zersetzt; der meiste dagegen hat eine fast unvergängliche Dauer und eignet sich daher ganz besonders zu grossartigen Bauwerken und zu Denkmalen der Kunst.

Die Gipfel der Granitberge sind häufig mit mehr oder minder abgerundeten Blöcken, mitunter von kolossaler Grösse, bedeckt, die theils

kühn in Säulen übereinander gethürmt, theils über- und durcheinander gestürzt sind und der Landschaft einen höchst grotesken und imposanten Anblick gewähren. Ausgezeichnete Beispiele der Art liefert die Luxburg [Luisenburg] im Fichtelgebirge und der Harz. Fig. 17 stellt einen merkwürdigen Fall dieser Art vom Steinbergspitz bei Puchers in Oesterreich dar, wo die obere Parthie, offenbar in Folge der Loslösung seitlicher Stücke, jetzt so kühn dasteht, dass man sich nur verwundern muss, wie sie sich noch halten kann.

Fig. 17.



Die Frage, ob dem Granite Schichtung zugeschrieben werden könne oder nicht, hat unter den Geognosten, und noch mehr unter den Geologen, grosse Streitigkeiten veranlasst. Werner sprach ihm theils die parallele Absonderung ab, theils erkannte er ihn für geschichtet, obwohl die Mächtigkeit der Schichten zu dem Schlusse führen könne, dass er keine Schichtung hätte. Im niederschlesischen Gebirge unterschied K. v. Raumer * zwischen Centralgranit und Gneissgranit: ersterer charakterisirt durch gänzliche Abwesenheit von flaserigem Gefüge und Schichtung, letzterer durch unaufhörliche Wechsellagerung von flaserigem und geschichtetem Gesteine mit körnigem ungeschichteten. In der Werner'schen Schule konnten diese Untersuchungen rein objektiv gehalten werden, da ihrer Theorie es gleichgültig war, ob der Granit geschichtet oder ungeschichtet, oder bald das Eine, bald das Andere ist. Anders wurde es, als die vulkanistische Theorie aufkam, die auch dem Granit eine feuerflüssige Entstehung zuschrieb und deshalb ein Interesse daran hatte, ihm die Schichtung, welche sie nur ihren neptunischen Sedimentgesteinen zuerkannte, völlig abzusprechen. Von nun an wurde er in den Handbüchern als massiges Gestein im Gegensatz zu den geschichteten Gebirgsarten aufgeführt, um gleich mit dieser Bezeichnung auf seinen feurigen Ursprung hinzuweisen. Indess die Beobachtungen über geschichtete Granite mehrten sich und so musste man freilich am Ende dem objektiven Thatbestande seine Berechtigung zugestehen, und indem sich die vulkanistische Doktrin an die Lavabänke der Somma und des Val del Bove, die übrigens wohl niemals im Lavaflusse sich befanden, erinnerte, konnte sie nunmehr ausnahmsweise auch ihren eruptiven Gesteinen Schichtung zuerkennen. Dem Granite wird demnach

* Das Gebirge Nieder-Schlesiens.

jetzt einstimmig theils eine grossmassige Absonderung, theils eine in geschichteten Bänken eingeräumt; doch möchten wir MOHS nicht geradezu widersprechen, wenn er die Schichtung des Granits mehr als eine plattenförmige Zusammensetzung analog der des Alpenkalkes betrachtet.

Höchst merkwürdig ist die Fächerstellung, welche den Alpen-Granit [Protogin] des Montblancs und vieler anderer hohen Alpengipfel auszeichnet.* Der Granit breitet sich nämlich nach oben aus und ist nach Art eines Fächers geschichtet, so dass die mittleren Schichten senkrecht stehen und die zu beiden Seiten angereihten eine immer mehr geneigte Stellung annehmen. Schon SAUSSURE wurde im Ansteigen von Chamouni nach der Blaitière auf diese auffallende Struktur der Masse des Montblancs aufmerksam. Die tiefsten anstehenden Schichten, sagt er, liegen so viel als horizontal; je höher man sich aber erhebt, desto mehr richten sie sich vom Thale weg in die Höhe, und bevor man den Fuss der Granitgipfel erreicht, stehen sie vertikal. Längs der ganzen 7 bis 8 Stunden langen Erstreckung des Gebirges herrscht dieselbe Struktur. Auf der rechten Seite des *Glacier des Bois* fand FORBES den Fallwinkel des dem Gebirge zusinkenden Gneisses gleich 30°, und auf dem *Col de Balme* wie auf dem *Col des Ouches* fallen die Schiefer, mit ungefähr gleichem Winkel, nach S 60 O. Nicht der Gneiss allein fällt aber ein unter die aufgerichteten Massen des höheren Gebirges. Unter dem Gneiss, am Fuss des Gebirges, liegt mit gleicher Fallrichtung eine mächtige Schichtenfolge von schwarzem Schiefer, Rauchwacke, Gips und dunklem Kalksteine, und auch diese Gesteine fallen nach SO; auf ihnen liegt der Gneiss, auf dem Gneiss der Granit. — Auf der entgegengesetzten Seite des Gebirges, vom Brenva-Gletscher bis tief in Val Ferret hinein, finden sich ganz ähnliche Lagerungsverhältnisse. Vom Fusse des Gebirges bis zum vierten Theil der Höhe etwa erscheinen schwarze Schiefer und Kalksteine, welche gegen NW in den Berg hineinfallen, und über ihnen mit gleichem Fallen Protogin, dessen Lager sich immer steiler aufrichten, bis sie zuletzt, auf dem *Col de Géant* und in den Gipfeln des Hauptkammes, vertikal stehen.**

Ueber das Alter der Granitbildung haben sowohl neuere Beobachtungen als auch die im Laufe der Zeit zur Herrschaft gekommene vulkanistische Doktrin sich in Widerspruch mit den früheren Ansichten gesetzt. WERNER betrachtete den Granit als die älteste uns bekannte Felsart, der in regelmässiger Aufeinanderfolge Gneiss, Glimmerschiefer, Urthonschiefer u. s. w. aufgelagert sind, zum Theil mantelförmig nach allen Seiten von ihm abfallen. Eine solche Anschauungsweise war aber mit vulkanistischen Voraussetzungen nicht vereinbar, denn gemäss den letzteren sollte der Granit als massiges Gestein im

---

* Es ist hiebei bemerklich zu machen, dass STUDER den Protogin den gneissartigen Felsarten zugezählt wissen will.

** STUDER, Geolog. der Schweiz. I. S. 170.

feurigen Flusse die auf ihm ruhenden geschichteten, und deshalb sedimentären, Felsarten durchbrochen und aufgerichtet haben, mithin jünger als sie alle sein. Diese Hypothese, deren Unhaltbarkeit nicht schwer dargethan werden kann, hätte nun allerdings an und für sich den Granit in der Ehrwürdigkeit seines Alters nicht zu beeinträchtigen vermocht, wenn nicht spätere Beobachtungen gekommen wären, welche zwar nicht allem Granite seine Alterspriorität entzogen, aber doch in mehr oder minder exakter Weise nachwiesen, dass es auch Granite giebt, die jünger als die Schiefer des Urgebirges, ja selbst als die des Uebergangsgebirges sind, sogar in der Flötzzeit hervorgetreten sein sollen.

K. v. Raumer * war es, der zuerst einen jüngeren Granit nachwies, und zwar im Erzgebirge selbst, von welchem doch Werner seine Reihenfolge entlehnt hatte. Raumer fand nämlich am linken Elbufer einen Granit, der dem Thonschiefer aufgelagert war. Auch hier wird zwischen beiden Gesteinen der Uebergang durch den Hornfels vermittelt. Derselbe Beobachter wies ferner in überzeugender Weise nach, dass auch der Brocken des Harzes nicht älter als der ihn umgebende, zur Uebergangs-Formation gehörige Thon- und Grauwackenschiefer sein könne; ein Resultat, das durch alle folgenden Beobachtungen bestätigt und zur vollen Evidenz gebracht wurde. — Eben so ist es durch umfassende und vielfach wiederholte Untersuchungen ausser Zweifel gestellt, dass im südlichen Norwegen der Granit und Syenit den dortigen Uebergangsschiefern aufgelagert sind.

Von minderer Evidenz sind die Fälle, welche in den Tyroler- und Schweizer-Alpen, sowie in den Pyrenäen Granite von noch jüngerem Alter anzeigen sollen. Bei der Grossartigkeit der dortigen Verhältnisse und ihrer nur theilweisen Entblössung lassen sich die Lagerungsbeziehungen nicht in ihrer Gesammtheit, sondern nur in einzelnen Stücken erfassen, aus denen nicht mit voller Sicherheit auf das Ganze geschlossen werden kann. So wird z. B. bei Predazzo im südlichen Tyrol ein zur Triasformation gezählter Kalkstein vom Granit und Syenit überdeckt, die beide demnach jünger als jene Formation wären; dieses Resultat wird jedoch dadurch unsicher gemacht, dass nach L. v. Buch der Kalkstein weiterhin eine entgegengesetzte Lage annimmt, so dass er zuletzt über den Syenit zu liegen kommt. — Sehr merkwürdige Verhältnisse stellen sich in den Hochalpen der Schweiz dar, wo gewaltige belemnitenführende Kalkmassen in Wechselbeziehung zu granitischen Gesteinen treten, und zwar in der Art, dass sie theils als ungeheure Keile den letzteren eingelagert erscheinen, theils massenartig nebeneinander traten und mit kolossalen Ausläufern zackig ineinander greifen. Man hat aus den Petrefakten dieses Kalksteins, insbesondere aus den Belemniten, auf seine Zugehörigkeit zur jurassischen Formation geschlossen, wonach denn die granitischen Gesteine gleichzeitig oder nach der plutonistischen Theorie sogar jünger als

* Geognost. Fragmente S. 1.

genannte Formation wären. Mag auch diese Schlussfolgerung immerhin beanstandet werden, theils weil in den Alpen mitunter Petrefakten beisammen gefunden werden, die anderwärts in sehr verschiedenartigen Formationen gesondert sind, theils weil auf dieselben granitischen Gesteine an andern Orten ältere Flötz- und Uebergangsbildungen aufgelagert auftreten; immerhin bleibt es doch gewiss, dass auch in den Alpen ein Granit, jünger als das Urgebirge, zum Vorschein kommt. — Endlich ist noch anzuführen, dass in den Pyrenäen ein Fall beobachtet wurde, in welchem der Granit mit einem 37 Meter mächtigen Lagergange zwischen die Schichten der Kreide eingedrungen und mithin, je nach dem doktrinellen Standpunkte, als gleichalterig oder selbst jünger als letztere anzusehen ist.

Als Gesammtresultat aus einer grossen Reihe von Beobachtungen, von denen im Vorstehenden nur einige wenige angeführt wurden, ergiebt sich demnach, dass die Bildung des Granits bereits mit dem Anfange der Urzeit begonnen, und in der Uebergangsperiode sich fortgesetzt, sogar noch während der Ablagerung der Flötzgebirge ihren Fortgang genommen hat. So verschiedenartig aber auch die Granite hinsichtlich ihres Alters erfunden werden, so bleibt doch Werner's Behauptung, wenn auch nur unter Beschränkung, wahr, dass die älteste Felsart der Erdrinde der Granit ausmacht. Dies beweist uns die mantelförmige Lagerung, mit welcher der Gneiss und die Schiefer der Urzeit sich auf den Granit, als auf ihren Stützpunkt, auflegen, und wenn auch die vulkanistische Doktrin diese Ansicht bestreitet, so können wir doch, wie gleich nachher gezeigt werden soll, ihre Einwürfe bündig widerlegen; jedenfalls aber muss sie uns zugestehen, dass der mit Gneiss wechsellagernde Urgranit nicht jünger als ihre älteste Felsart, der Gneiss, sein kann, mindestens also zugleich mit diesem die Priorität des Alters vor allen andern Gebirgsarten anzusprechen hat. So wäre denn auch dem Granite wieder zu seinem angestammten Rechte als der ältesten Gebirgsart verholfen, und Naumann's Behauptung, dass „gegenwärtig die Dethronisirung des Granites, ohne irgend eine Hoffnung auf Restauration, als eine vollendete Thatsache zu betrachten wäre“, wird durch den Thatbestand als ungültig zurückgewiesen.

Die Granitbildung.

Die Frage von der Granitbildung ist theils wegen ihres innigen Zusammenhanges mit der von der Quarzbildung, theils wegen der genauen Verwandtschaft, in welcher der Granit mit einer Reihe anderer Gebirgsarten steht, die wichtigste, welche die Geologie aufwerfen kann, und mit der Art ihrer Beantwortung steht und fällt jede Theorie von der Genesis des Erdkörpers. Sie ist daher hier in ausführliche Erörterung zu ziehen, und es mag uns deshalb nachgesehen werden, wenn wir, um des Zusammenhanges willen, manches schon früher Besprochene jetzt nochmals in Erwähnung bringen werden.

Die Geschichte weiss nichts von emporgestiegenen Granitbergen,

sagt C. v. Leonhard. Wüsste sie hievon, so wäre Hoffnung, dass aller Streit über die neptunische oder vulkanische Entstehung des Granits entschieden werden könnte. Da nun aber heut zu Tage kein granitisches Gestein mehr sich bildet, so bleibt uns kein anderer Weg als aus dem geognostischen und chemischen Verhalten des Granits auf seine Entstehungsweise zu schliessen oder, bescheidener gesagt, zu rathen.

I. Werner hatte den Granit nicht blos als den ältesten, sondern auch als den edelsten primitiven Absatz aus der allgemeinen Wasserbedeckung erklärt. Im vollen Widerspruche hiemit betrachtet dagegen die vulkanistische Schule den Granit als eine Lava, als ein Produkt feurigen Flusses, aus den unterirdischen Tiefen gewaltsam hervorgetrieben, weshalb denn jede granitische Ablagerung, mag sie auch in der riesenhaften Grösse des Montblancs auftreten, mit einem Stiele in das Innere der Erde hinabreichen muss, wenn anders nicht die Spalte, aus der sie hervorgestiegen, durch spätere vulkanische Ausbrüche oder sonstige Ablagerungen verstopft wurde. Als Belege für den feurigen Ursprung werden angeführt: a) die Uebergänge, welche der Granit in pyrogene Gesteine darbietet, b) die durch ihn bewirkte Aufrichtung der Schichten solcher Felsarten, die ihrer Natur nach als ältere neptunische und daher ursprünglich horizontal gelagerte Niederschläge zu betrachten sind, c) die Einschliessung von Fragmenten, solchen Gesteinen entnommen, mit denen er bei seinem Durchbruch in Konflikt kam, d) die Veränderungen, welche er an seinen Grenzen in den mit ihm zusammenstossenden Gesteinen bewirkte und e) die mancherlei Ausläufer, welche sein gewaltsames Eintreiben in die benachbarten Felsarten dokumentiren. Wir werden den Werth dieser Argumente in der angeführten Reihenordnung prüfen.

a) Es ist richtig, dass man von den ächten modernen Laven aus durch Mittelglieder einen Uebergang bis zum Granit nachweisen kann, und zwar schon aus dem einfachen Grunde, weil sie alle Silikatbildungen von denselben oder vikarirenden Mineralarten sind. Von den Augitlaven wird man nämlich zum Basalte, von den Trachytlaven zu den Trachyten unmittelbar geführt. Die Aehnlichkeit, welche Basalte mit Melaphyren, Trachytporphyre mit Felsitporphyren haben, leiten weiter zu den Melaphyren und Porphyren überhaupt, die beide wieder mit einander verknüpft sind. An die Trachyt- und Porphyrgesteine schliessen sich aber die granitischen nach ihren mineralischen Bestandtheilen und sonstigen Verhältnissen sehr innig an, und somit ist es, wie die vulkanistische Schule meint, gestattet, für die granitischen Felsarten die gleiche Bildungsweise, wie sie uns von den Laven bekannt ist, anzunehmen. — Allein eine solche Schlussfolgerung geht keineswegs aus den Prämissen hervor und befindet sich zugleich im Widerspruche mit einem viel näheren Verwandtschaftsverhältnisse des Granits mit unbestritten neptunischen Felsarten. Der Granit geht nämlich, wie dies früher ausführlich gezeigt wurde, nicht blos durch Gneiss und Glimmerschiefer, sondern unmittelbar in Thon- und

Grauwackenschiefer über; damit sind wir aber bereits in den Bereich der, organische Ueberreste führenden Formationen eingetreten und befinden uns demnach ganz ausser der Herrschaft der feurigen Gewalten, im entschieden neptunischen Gebiete. Da nun überdies alle diese Gesteine aus den nämlichen Gemengtheilen zusammengesetzt sind und nur durch Aenderungen des Gefüges derselben sich voneinander unterscheiden; da sie ferner durch Wechsellagerung und Uebergänge aufs innigste und in einer Weise, wie solche zwischen Granit und Basalt nimmermehr statthat, miteinander verknüpft sind, so kann ihnen allen auch nur eine gleichartige Entstehungsweise zuerkannt werden, über deren Beschaffenheit die Ueberreste organischer Wesen in den Thon- und Grauwackenschiefern nicht den leisesten Zweifel lassen. Hierüber später mehr; hier war es nur darum zu thun, ein Argument der Vulkanisten zu entkräften und dabei gelegentlich auf die nächste und innigste Verwandtschaft des Granits mit ächt neptunischen Gliedern seiner Familie und auf die daraus von selbst sich ergebende gleichartige Entstehungsweise dieser ganzen Gruppe hinzuweisen.

b) Ein zweites Argument für die eruptive Bildungsweise nehmen die Vulkanisten davon her, dass sie die steile Schichtenstellung der dem Granit aufliegenden Felsarten als Folge des gewaltsamen Aufsteigens des letzteren erklären. Sie gehen dabei von der Voraussetzung aus, dass alle Schichtenbildung ursprünglich in horizontaler Richtung erfolgen musste, denn sonst hätten sie nicht nöthig, sich nach einer äusserlichen Veranlassung der steilen Stellung umzusehen. Konsequenter Weise dürfen sie dann aber auch dem Granite keine Schichtung zugestehen, denn sonst fragt es sich wieder, welche andere Gewalt denn bei diesem die gleichfalls steile Stellung der Schichten bewirkt hat. Nun giebt es aber, wie dies aufrichtige Plutonisten selbst bekennen, geschichtete Granite, sogar solche mit der merkwürdigen Fächerstellung. Wenn aber bei solchen Graniten die steile Stellung der Schichten nicht einer äusserlich mechanisch wirkenden Kraft, sondern einer innern Bildungsthätigkeit — so unbekannt uns diese auch im Uebrigen sein mag — zuzuschreiben ist, so ist es ja überflüssig bei den granitischen Schiefern sich nach einer andern Ursache der Schichtenstellung umzusehen als nach der, die bei dem Granite selbst wirksam war. Was sonst noch im Allgemeinen über die geneigte Stellung der Schichten beizubringen ist, darüber ist auf die frühere Erörterung zu verweisen; die Schichtenneigung auf Rechnung gewaltsamer Hebungen bringen zu wollen, ist eine von den vielen irrigen Voraussetzungen des Vulkanismus und Plutonismus.

c) Es ist schon vorhin angeführt worden, dass zu den gewöhnlichen Vorkommnissen im Granite Einlagerungen von Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und anderen Silikatgesteinen, sowie von Kalkstein gehören und zwar in sehr verschiedener Mächtigkeit: von der Grösse einer Nuss bis zu so gewaltigen Massen, dass sie als untergeordnete Gebirgsglieder auftreten. Diese Vorkommnisse sind so allgemein, wiederholen sich auch so oft in den Granitgängen, welche in

andern Formationen aufsetzen, dass sie fast allenthalben, wo überhaupt Granit gefunden wird, sich einstellen. Diese Einlagerungen werden nun von den Vulkanisten als „Bruchstücke“ angesehen, welche der Granit bei seinem gewaltsamen Durchbruch von den Gesteinsmassen losgerissen, eingewickelt und mit sich in die Höhe geführt hat, und sie sind hievon so fest überzeugt, dass z. B. NAUMANN, bei dem doch hie und da Bedenklichkeiten über die feurigflüssige Entstehung dieser Felsart auftauchen, es als einen unumstösslichen Satz ausspricht: „welche Zweifel auch von Seiten der Chemie gegen die pyrogene Natur des Granits erhoben werden mögen, die eruptive Natur desselben wird durch diese und andere Erscheinungen ganz unwiderleglich bewiesen.“ Und mit gleicher Zuversicht spricht er weiterhin nachstehende Behauptung aus. „Wo die Thatsachen mit so augenscheinlicher und handgreiflicher Evidenz vorliegen, da bedarf es gar keines gelehrten Beweises, und wer ihn fordern sollte, den kann man nur bitten, die Augen zu öffnen. Dessungeachtet hat noch in neuerer Zeit einer der grössten Mineralogen die sämmtlichen Bruchstücke, welche sowohl in den eruptiven Gesteinen als in den Erzgängen vorkommen, für ursprüngliche und gleichzeitige Bildungen mit den sie einschliessenden Gesteins- und Gangmassen erklären wollen.“

Wir wollen doch einmal zusehen, ob MOHS, denn dieser ist hier gemeint, der durch seinen eminent klaren Blick und scharfes Urtheil hinreichend bekannt ist, wirklich vor Thatsachen von der augenscheinlichsten und handgreiflichsten Evidenz die Augen so verschlossen hat, dass er sie nicht zu erkennen vermochte. Man braucht in der That nur die Darstellung von MOHS zu lesen, um sich zu überzeugen, dass er gerade deshalb, weil er diese Vorkommnisse recht scharf erfasst und nach allen ihren Beziehungen gründlichst geprüft hatte, ihnen nicht den Charakter von Bruchstücken zuerkennen konnte, sondern sie für ursprüngliche und gleichzeitige Bildungen nehmen musste. MOHS ist demnach in selbstständiger Weise zu den nämlichen Resultaten gekommen, wie ich sie schon früher ausgesprochen und wie ich sie jetzt weiter zu rechtfertigen mich veranlasst halte.

Betrachten wir nur diese sogenannten Bruchstücke, die im Granite gefunden werden, etwas genauer. „Abgerundete Fragmente, oder Geschiebe und Gerölle,“ sagt NAUMANN, „kommen im Allgemeinen seltner vor und pflegen nur klein, faust- und kopfgross zu sein, während die grossen und sehr grossen Bruchstücke fast immer kantig und eckig sind. — — Die Bruchstücke sind in ihren Rändern mit dem Granite verwachsen, ja oftmals so innig verschmolzen und verflösst, dass ihre Konturen nicht sonderlich scharf hervortreten, und dass sie im frischen Bruche fast nur wie Flecke erscheinen, welche sich durch ihre dunkle Farbe, ihren Reichthum an Glimmer und ihre schiefrige Struktur von dem Granite unterscheiden, weshalb sie auch leicht für Konkretionen gehalten werden können.“

Wie nun, fragen wir, wenn am Ende NAUMANN hier den rechten Ausdruck für diese eingeschlossenen Massen gefunden hätte, wenn sie

wirklich keine Bruchstücke, sondern in der That blos Konkretionen, d. h. Ausscheidungen aus dem umschliessenden Gesteine, aus dem Granite wären? Der Umstand, dass sie an ihren Rändern mit letzterem so ineinander verfliessen, dass man nicht mehr sagen kann: hier hört der Einschluss auf und hier beginnt der Granit, spricht doch wahrlich nicht für die Natur von Bruchstücken, sondern weist vielmehr im Gegentheil auf chemische Ausscheidungen aus dem Hauptgesteine hin. Und zu solchen Ausscheidungen im Granit brauchte es nicht einmal neuer Mineralsubstanzen: sie waren bereits in ihm vorfindlich und es bedurfte nur einer leichten Modifikation in seinem Bildungsprozesse, um sie hervorzurufen. Die meisten solcher Einschlüsse gehören dem Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer an, also solchen Gesteinen, die ohnedies mit dem Granit gleiche Gemengtheile haben und blose Abänderungen von ihm sind, in ihn ausserdem auf das Mannigfaltigste übergehen und durch Wechsellagerung ihm verbunden sind. Und wenn der Kalk, der in ihm auftritt, auch einer andern Ordnung der Dinge angehört, so braucht man doch, wenn er einmal zugleich mit dem Granite im gelösten Zustande vorhanden war, nicht erst eine spätere Eruption zu Hülfe zu nehmen, um seine Einlagerung in letzterem begreiflich zu finden: der Kalkstein hat sich eben, als es zur Konsolidirung des Granites kam, innerhalb desselben zu besonderen Einlagerungen ausgeschieden. Uebrigens kommt er nicht blos in grösseren Ausscheidungen vor; es giebt auch Granite, in welchen der Kalkstein so fein vertheilt ist, dass er fast einen vierten Gemengtheil von jenem ausmacht, der Kalkgranit. Hier wird man doch nicht behaupten wollen, dass der im feurig-flüssigen Zustand später aufsteigende Granit ein vorfindliches festes Kalkgebirge nicht blos durchbrochen, sondern auch so vollständig pulverisirt habe, dass dieses Kalkpulver nunmehr zu seinen wesentlichen Gemengtheilen gehöre. Was aber von diesen Partikeln des Kalksteins gilt, darf auch ohne Bedenken auf seine grösseren gang- oder lagerförmigen Einlagerungen angewendet werden: alle sind gleichzeitige Auscheidungen aus der sie umgebenden Granitmasse.

d) Was das Argument bezüglich der Gesteinsabänderungen, die mitunter an den Berührungsgrenzen des Granits sich wahrnehmen lassen, anbelangt, kann hier schon gleich von vorn herein auf die allgemeine Erörterung über die Kontakt-Verhältnisse überhaupt hingewiesen werden. Hier soll nur bemerklich gemacht werden, dass Modifikationen in den Gesteinen, die mit dem Granite zusammengrenzen, weder eine allgemeine, noch eine tief greifende Erscheinung sind. NAUMANN* gesteht selbst zu, dass eine metamorphische Einwirkung bisweilen gar nicht erfolgt sei, und führt es als ein merkwürdiges Beispiel an, „dass der Gneiss häufig gar keine Veränderung erkennen lässt, selbst da, wo er dem Einflusse sehr grosser Granitmassen ausgesetzt war." Das Gleiche findet nicht blos da statt, wo Granit mit Gneiss,

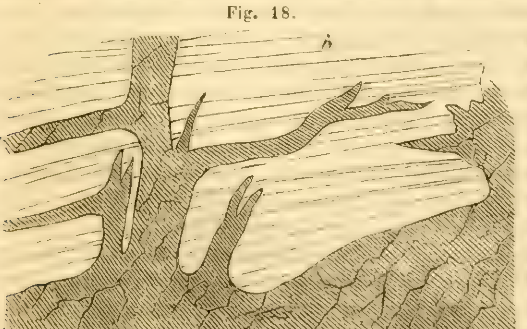
* A. a. S. 185.

sondern ebenso häufig da, wo er mit andern Silikat-Felsarten oder mit Kalkstein zusammengrenzt; Thatsachen, die denn doch sicherlich nicht dafür sprechen, dass solche Veränderungen durch Gluthhitze hervorgerufen wurden, denn sonst müssten sie sich allenthalben einstellen und müssten auch — chemischen Erfahrungen gemäss — ganz anderer Art sein.

e) Das Haupt-Argument aber, welches die Vulkanisten zu Gunsten der feurig-flüssigen Entstehung des Granits anführen, ist und bleibt das, welches von den Ausläufern, die von Granitmassen aus in das angrenzende Gestein sich einsenken, hergenommen wird. Vor aller weiteren Besprechung wird zunächst wieder der Thatbestand nach allen seinen Erscheinungen ins Auge zu fassen sein.

Ausläufer, die vom Granite aus das angrenzende Gebirge durchziehen, gehören gerade nicht zu den seltenen Vorkommnissen. Bald treten sie in Form einfacher Keile auf, die weithin und mehrfach in die angrenzende Felsart hineingreifen; bald durchschneiden sie gangartig deren Schichten; bald wieder ordnen sie sich lagerförmig in den Schichtenverband ein, und erreichen bisweilen eine beträchtliche Mächtigkeit und eine Erstreckung von etlichen Meilen. Noch häufiger zertheilen sie sich im Nebengesteine nach Art eines Baumastes, der in Zweige und Zweiglein sich zerspaltet. Diese Verästelungen können so fein werden, dass sie zuletzt in papierdünne Lamellen auslaufen, und stehen mitunter so gedrängt, dass sie förmliche Geflechte und Netzwerke bilden; auch durchkreuzen sie sich häufig mit Verwerfungen, die denen von Gängen ganz ähnlich sind. Mit dem Nebengesteine sind die Granitäste bald innig verflösst und verschmolzen, bald scharf davon abgesondert, bisweilen sogar von ihm zu beiden Seiten durch Salbänder geschieden; mitunter enthalten sie auch Fragmente von der angrenzenden Felsart. Die Granitäste durchsetzen nicht blos die granitischen Schiefer, sondern man kennt Fälle, wo sie aus dem Thonschiefer oder Gneiss in den Kalkstein übergehen. Ihr Nebengestein zeigt sich bisweilen in der Berührung mit den Granitadern in einer Weise verändert, wie wir davon schon vorhin gesprochen haben.

Fig. 18.



Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse mag Fig. 18 dienen, welche eine Felsparthie vom Cape Wrath in Schottland darstellt, wo das Granitgebirge *a* mit mancherlei Ausläufern das Schiefergebirge *b* durchsetzt. Die Ausläufer hängen mit der Hauptmasse unmittelbar zusammen und verhalten sich gegen das Schiefergestein, welches in der Berührung nicht nur

keine Veränderung erlitten, sondern auch überall die vollkommenste Regelmässigkeit in seiner Struktur behalten hat, wie die Hauptmasse selbst.

Dies sind die Thatsachen, auf welche die Vulkanisten mit grosser Befriedigung hinweisen, um aus ihnen zu demonstriren, das man das Eindringen des Granits in sein Nebengestein schlechterdings nicht anders als durch die Annahme begreifen könne, dass er im feurigen Flusse aus unterirdischen Tiefen gleich einem Lavastrome mit ungeheurer Gewalt hervorgetrieben worden sei, das ihm vor- oder anliegende feste Gestein zerspalten und alsdann diese Spalten bis in ihre letzten feinsten Risse ausgefüllt habe. Eine andere Erklärung sei, wie sie meinen, nicht denkbar.

Gleichwohl hat sich eine Anzahl Geognosten, wie Mohs, Fuchs, Schafhäutl, Raumer, Keilhau, Bischof u. A. herausgenommen, gerade diese Erklärung für ganz undenkbar zu finden; ich selbst habe seit geraumer Zeit gegen ihre Zulässigkeit polemisirt. Die Argumente, die wir dagegen aufzubringen haben, sind folgende.

Erstlich beruht die vulkanistische Auffassung der eben beschriebenen Verhältnisse auf keiner direkten Erfahrung, sondern lediglich auf einer Schlussfolgerung aus gegebenen thatsächlichen Prämissen. Letztere können ganz richtig sein, und sind es auch in diesem Falle, und gleichwohl kann die aus ihnen abstrahirte Schlussfolgerung, so wahrscheinlich sie in gewissen Beziehungen erscheinen mag, auf einem Irrthume beruhen. Zur Gewissheit kann man auf dem naturhistorischen Gebiete nur durch das Experiment gelangen, sei es, dass man sich selbiges von den annoch wirksamen Naturkräften vormachen lässt, oder dass man es in kleinerem Massstabe nachahmt. Nun aber hat kein Lavaausbruch, dessen Datum man mit Sicherheit kennt, in einem festen Gesteine, mit dem er in Konflikt kam, jemals ein Netzwerk von Verästelungen hervorgebracht, wie es uns der Granit so häufig darstellt. Noch weniger hat ein Vulkanist einen Versuch gemacht, feurig-flüssigen Granit in ein anderes Gestein — wir wollen nicht einmal ein festes, sondern ein von Spalten ganz zerrissenes zulassen — hineinzutreiben, um seine Theorie hiemit zu erhärten. Es wird mit der Aufforderung zur Anstellung eines solchen Versuches nichts Unmögliches verlangt: Granit lässt sich schmelzen und die Mechanik weiss Druckkräfte hervorzurufen, die sich mit jeder von einem Vulkane ausgehenden messen können.

In der That ist von einer andern Seite her das von uns verlangte Experiment — wenn auch nicht mit feuerflüssigem Granit, sondern mit andern Massen — angestellt worden und zwar von Bischof, der früher selbst die pyrogene Bildung des Granits vertheidigt hatte. Seine Versuche ergaben aber als Resultat die Unmöglicheit, dass so enge Spalten, wie sie bei den Granitverästelungen vorkommen, durch feuerflüssigen Granit erfüllt worden sein können, wenn man anders nicht annehmen will, dass die Spalten selbst fast bis zur Schmelzhitze erhitzt waren, was freilich nicht bei den Thon- und Grauwackenschiefern

und noch weniger bei den versteinerungsführenden Kalksteinen, welche der Granit durchschwärmt, vorausgesetzt werden kann. Indem Bischof * hiebei von den bekannten Granitgängen am rehberger Graben im Harze spricht, die nach oben zuletzt in ein so feines Geäder auslaufen, dass die Granitblättchen kaum mehr noch die Stärke des feinsten Papiers besitzen, giebt er die Erklärung ab: „bei solchen Dimensionen von Granitadern schwindet jede Vorstellung von einem Eindringen feuerflüssiger Massen, und wer nur je versucht hat, strengflüssige Massen in enge Kanäle einzugiessen, wird mir beistimmen."

Das Experiment ist demnach nicht zu Gunsten der vulkanistischen Doktrin ausgefallen, sie ist vielmehr dadurch direkt widerlegt worden.

Noch ist aber eines andern Verhaltens der Granitadern zu gedenken, was der vulkanistischen Theorie schlechterdings nicht angepasst werden kann. Wenn die Granitausläufer, wie letztere annimmt, mit Gewalt in das starre Nebengestein hineingetrieben worden sind, so muss dasselbe in allen Richtungen in seiner Struktur zerrüttet worden sein. Giebt dies aber der Augenschein zu erkennen? Gerade das Gegentheil zeigt uns dieser auf: die Regel ist, dass die Granitausläufer die Ordnung in den Schiefern nicht gestört, sondern dass diese die volle Regelmässigkeit ihre Schichtung behalten haben. Beispiele der Art sind oft genug beschrieben und abgebildet worden; wir wollen hier nur noch auf diejenigen verweisen, welche Mohs ** aufgeführt und durch Abbildungen erläutert hat. Ohne Verletzung der Gesetze der Mechanik und der logischen Konsequenz lässt sich ein gewaltsames Eintreiben einer fremden Masse in ein starres Gestein, ohne dessen Ordnung zu stören, gar nicht denken.

Zuletzt sind noch gewisse Eigenthümlichkeiten der Granitverästelungen zu erwähnen. Sehr häufig bestehen nämlich die letzten Endigungen derselben nur noch aus reiner Quarzmasse, also aus demjenigen Gemengtheil des Granits, der weitaus unter allen der strengflüssigste und daher am schnellsten erstarrbare ist, demohnerachtet aber weit länger feuerflüssig ausgehalten hätte als die weit leichter schmelzbaren, der Feldspath und Glimmer, die obwohl später erstarrbar, doch wider alle Regel viel früher sich verfestigt hätten. Die Surfusions-Theorie wird freilich in diesem Verhalten gerade einen Beweis für sich finden, nur Schade, dass sie durch die Experimente von Gaudin und Schafhäutl als eine Verirrung der Phantasie erwiesen worden ist. Eine andere Eigenthümlichkeit dieser Granitverästelungen besteht darin, dass manche ein so feines Netzwerk bilden, dass, wenn man sich ihre Ausfüllungsmasse wegdenkt, alsdann das Nebengestein, welches sie durchschwärmen, seinen Halt verlieren und zusammenbrechen würde. Die leeren Räume können also vor der Einfüllung nicht bestanden haben, sie können aber auch nicht durch gewaltsame Zersprengung des Neben-

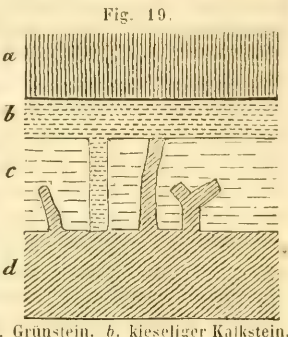
* Geolog. II. 2. S. 346, 739.

** Geognos. S. 163. — Ein sehr interessantes Beispiel wird später noch bei der Schilderung des Weisssteines [Fig. 20.] beigebracht werden.

gesteins später gebildet sein, weil sich sonst die Struktur des letzteren zerrüttet zeigen müsste; die Entstehung der leeren Räume und ihre Ausfüllung muss also gleichzeitig und gleichartig vor sich gegangen sein.

Uebrigens darf man sich keineswegs der Meinung hingeben, als seien die sogenannten massigen Gebirgsarten die einzigen, welche Ausläufer in ihr Nebengestein aussenden. Schon im Liassandstein schicken Lagen von feinkörnigem Thoneisenstein ,im Uebergangskalk Kalkspath-Nester ihre Verzweigungen nach allen Richtungen aus; besonders instruktiv ist aber der in Fig. 19 dargestellte Fall bei Edinburg, den ich von JAMESON [*Edinb. philos. journ. I. p.* 144.] entlehne. Hier schicken sich zwei entschieden neptunische Gesteine, Kalkstein und Sandstein, gegenseitig Ausläufer zu, und zwar sicherlich nicht unter feuriger Vermittelung.

Fig. 19.



a. Grünstein. *b.* kieseliger Kalkstein. *c.* Schieferthon. *d.* Sandstein.

So wäre denn den Vulkanisten und ihrer Fraktion, den Plutonisten, das Hauptargument, welches sie zu Gunsten des feurigen Ursprungs des Granits mit stolzer Zuversicht aufführen, nicht blos entwunden, sondern es wird von nun an ein Argument, das gegen sie selbst lautzeugend auftritt. Granitadern, die ihr Nebengestein durchschwärmen und gleichwohl dessen Struktur nicht gestört haben, sind Erscheinungen, die im vollkommenen Widerspruche mit der Annahme einer feuerflüssigen Bildung des Granites stehen.

II. Wir haben bisher mit der Abweisung der zu Gunsten der feurigflüssigen Entstehung des Granits aufgeführten Argumente zu thun gehabt; wir werden nunmehr aber auch unsererseits positive Sätze zur Rechtfertigung der neptunischen Ansicht von der Granitbildung aufstellen.

a) Wie bei der Quarzbildung ausführlich nachgewiesen wurde, hat die Erfahrung dargethan, dass in keinem Schmelzprodukte, sei es von chemischen Laboratorien, oder Hohöfen oder aktiven Vulkanen ausgegangen, sich jemals Quarz selbstständig ausgeschieden hat, wenn auch noch so viel Kieselerde im Schmelzflusse vorhanden war. Daraus kann keine andere Folgerung nach den Regeln der Logik abgeleitet werden, als dass alle Felsarten, die ausgeschiedenen Quarz als einen ihrer Gemengtheile enthalten, mithin auch der Granit, nicht auf feurigem, sondern lediglich auf nassem Wege entstanden sein können. Der Granit mit seiner ganzen Sippschaft gehört demnach dem neptunischen Gebiete an.

Was die beiden andern Gemengtheile des Granits, den Feldspath und Glimmer anbelangt, so hat BISCHOF* nach sehr genauen Untersuchun-

* Geolog. II. 2 S. 1426.

gen das Resultat ausgesprochen, „dass wir keinen einzigen vollgültigen Beweis für die Entstehung auch nur eines einzigen Glimmer-Blättchens auf pyrogenem Wege finden," wohl aber, dass sich Glimmer durch pseudomorphe Prozesse, also auf hydrogenem Wege, in mehren Fällen gebildet habe. Er steht sogar nicht an zu erklären, dass auch der Glimmer in vulkanischen Produkten nichts weniger als eine Bildung auf feuerflüssigem Wege sei.*

Etwas Anderes ist es bei dem Feldspathe. Die Möglichkeit der Entstehung desselben auf pyrogenem Wege ist durch Hohofen-Produkte erwiesen. Ist die Möglichkeit der Entstehung desselben auf nassem Wege dadurch abgethan? Gewiss nicht, denn die Chemie lehrt, dass viele Körper auf beiderlei Wegen hervorgebracht werden können. Es bliebe also nur die Frage übrig, ob in der chemischen Beschaffenheit des Feldspaths etwa Bedingungen gegeben sind, die seiner Bildung auf hydrogenem Wege hinderlich wären. Die Antwort darauf ist, dass solche nicht vorliegen, die Möglichkeit der hydrogenen Entstehung des Feldspaths daher anerkannt werden muss.

Diese Möglichkeit hat sich aber seit kurzem als Wirklichkeit erwiesen, zwar nicht durch direktes Experiment wie beim Quarz, wohl aber hat man neuerdings Feldspath unter Verhältnissen aufgefunden, die nur auf eine hydrogene Bildung desselben schliessen lassen. Dies erkennt auch NAUMANN unumwunden an und mit noch grösserem Nachdruck hat es BISCHOF hervorgehoben, so dass er zuletzt die Frage aufwirft, „ob wohl die Plutonisten so viele Beweise für die plutonische Bildung des Orthoklases beibringen können, als solche für seine Bildung auf nassem Wege vorliegen?" Dieses Zugeständniss von BISCHOF ist um so wichtiger, als er selbst noch in der Vorrede zu seinem Lehrbuche (S. XVII) die Erklärung abgab, dass nach den (bis zum Jahre 1847) vorliegenden Erfahrungen der nüchterne Geolog zu dem Endresultat kommt, dass der Feldspath, da er weder direkt noch indirekt auf nassem Wege sich bilden könne, für ein feuerflüssiges Produkt gehalten werden müsse.

Können sich aber Quarz, Glimmer und Feldspath, jeder für sich, auf nassem Wege bilden — und diese Möglichkeit ist durch die Wirklichkeit des Vorganges erwiesen, — so ist hiemit bereits die Möglich-

* Diese Behauptung scheint eine Bestätigung zu finden durch SARTORIUS v. W. [über vulk. Gest. S. 338]. „Der Glimmer", sagt er, „gehört vorzugsweise den älteren krystallinischen Gebirgsarten an, die neuesten sind durchaus frei von Glimmer. In Basalten, Doleriten, Trappen, neuen Laven, sogar im Diabas und Diorit wird man niemals auch nur die geringsten Spuren von Glimmer wahrnehmen. Erst in ältern vulkanischen Formationen, in einigen Leuzitophyren, z. B. von Capo di Bove bei Rom, und in röthlichen Trachyten des Aetnas macht er sich bemerkbar: etwas häufiger wird er schon in den Gesteinen der Liparen, z. B. auf Stromboli, gefunden. Ueber die vesuvianischen Glimmer, die man nur aus erratischen Stücken kennt, ist rücksichtlich ihres Ursprunges nichts Bestimmtes zu sagen." — Letztgenannte glimmerführende Gesteine sind solche, deren vulkanische Entstehungsweise ich überhaupt beanstande. BISCHOF nimmt für den Glimmer in vulkanischen Gebilden die Präexistenz oder die spätere Entstehung durch einen Umwandlungsprozess auf nassem Wege an.

keit dargethan, dass ein aus diesen Fossilien gemengtes Gestein, der Granit und alle granitischen Felsarten überhaupt, auf hydrogenem Wege sich zu konstituiren vermag.

b) Ein anderes Argument hat N. v. Fuchs [vgl. das Frühere] beigebracht, von dem Umstande hergenommen, dass im Granite häufig kohlensaurer Kalk eingelagert vorkommt. Wäre nämlich die Erde feuerflüssig gewesen, so hätte sich kohlensaurer Kalk und Kieselerde nicht miteinander vertragen, die Kohlensäure hätte weichen müssen und es würde sich kieselsaurer Kalk gebildet haben, so dass wir kaum noch etwas von Quarz und Kalkstein im Mineralreiche antreffen würden. Da nun aber dem nicht so ist, da der kieselsaure Kalk zu den sparsam vorkommenden Mineralien gehört, so kann es nicht so zugegangen sein, wie die Vulkanisten meinen; der Kalkstein kann nicht geschmolzen gewesen sein, er muss seine krystallinische Beschaffenheit auf eine andere Weise, und zwar auf nassem Wege, erhalten haben.

Dieses Argument von Fuchs hat allerdings Widerspruch erfahren und zwar von einem der grössten Chemiker, von Berzelius, indem dieser sich auf das Hall'sche Experiment berief, wonach die Kohlensäure unter Druck aus der Kalkerde nicht vertrieben würde. Allein Berzelius hatte diesmal seine Widerrede etwas zu leicht gefasst und so konnte es Fuchs [vgl. S. 154 ff.] nicht schwer fallen, dieselbe vollständig zu entkräftigen. Er zeigte nämlich, dass bei seinem Argumente es sich nicht sowohl um die einfache Austreibung der Kohlensäure aus der Kalkerde handle, als vielmehr darum, ob durch Druck die Gesetze der Wahlverwandtschaften aufgehoben werden könnten, was nach den von L. Gmelin und Schafhäutl angestellten Versuchen durchaus nicht der Fall sei. Berzelius replicirte nicht weiter und die vulkanistische Schule hat es nicht für räthlich erachtet, den hingeworfenen Handschuh von neuem aufzunehmen.

c) Ein weiteres Argument von Fuchs bezieht sich auf das Vorkommen verschiedenartiger Mineralien in den gemengten Gebirgsarten, wo leicht- und strengflüssige, oder gar für uns unschmelzbare, nicht blos nebeneinander liegen, sondern sehr häufig in- und durcheinander gewachsen sind, so dass ihre gleichzeitige Entstehung gar nicht zu verkennen ist. „Wie lässt sich," fragt Fuchs, „dieses Verhältniss erklären, wenn Alles zu einer homogenen Masse zusammen geschmolzen war, wie es denn begreiflicherweise und naturgemäss hätte sein müssen? Man hat wohl öfters in Schmelzöfen mineralienähnliche Krystalle entstehen sehen, was die Vulkanisten auch zu ihren Gunsten auslegen, aber noch nie ist daraus ein dem Granit ähnliches Gemeng hervorgegangen. Wäre der Granit, dessen wesentliche Gemengtheile bekanntlich Quarz, Feldspath und Glimmer sind, geschmolzen gewesen, so hätte zuerst der Quarz krystallisiren müssen, welcher niedergesunken wäre, und erst lange nachher hätten Feldspath- und Glimmerkrystalle entstehen können, gemäss der sehr verschiednen Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit dieser Körper. Wie hätten sie aber unter diesen Umständen so miteinander verwachsen können, wie wir sie antreffen und

wie sie auch noch mit andern Mineralien verbunden vorkommen, welche theils noch strengflüssiger als Quarz, wie Korund und Zirkon, theils auch leichtflüssiger als Feldspath und Glimmer sind, wie Granat, Hornblende, Lepidolith, Turmalin u. s. w. Dieses ist in meinen Augen rein unmöglich. Daher glaube ich auch, dass allein an diesem Verhältnisse die Erhebungstheorie scheitern müsse."

In ähnlicher Weise äussert sich v. Kobell. * „Der vorzüglichste Einwurf," sagt er, „gegen die Feuerbildung des Granits und verwandter Gesteine beruht in der Beobachtung, dass ganz leichtflüssige Mineralien, wie Granat, Lithionglimmer, Turmalin u. s. w., ihre Krystalle in die äusserst strengflüssige Masse des Quarzes, welchen sie enthalten, oft mit aller Vollkommenheit ausgebildet haben, da doch der Quarz bei einem angenommenen Schmelzflusse zuerst hätte erstarren müssen, die genannten später erstarrenden Silikate also nur zwischen den Quarzmassen sich hätten bilden können, nicht in sie hinein und nicht von ihnen so vollkommen umschlossen, wie es beobachtet wird."

An diesem Einwurfe von Fuchs ist Berzelius stillschweigend vorüber gegangen; er scheint ihm zu gewichtig gewesen zu sein. Aus der Verlegenheit, in die hiedurch die vulkanistische Schule gerieth, suchte Fournet ihr durch seine Surfusions-Hypothese herauszuhelfen, indem er der geschmolzenen Kieselerde eine Eigenschaft beilegte, die sie nicht besitzt und die überdies nicht einmal zur Beseitigung des Widerspruches ausreichend wäre. Hierüber ist schon das Nöthige früher beigebracht worden; auch hat dort bereits das, was Naumann zu Gunsten der Möglichkeit der gleichzeitigen Krystallisation solcher Mineralien, die sehr verschiedene Grade der Schmelzbarkeit besitzen, anführte, seine Erledigung gefunden. Der Stein des Anstosses, den Fuchs mit diesem Argumente der vulkanistischen Schule in den Weg legte, ist demnach noch immer nicht beseitigt und wird auch wohl nicht gewälzt werden.

d) Auch das Vorkommen des Gadolinits im Granit ist, wie v. Kobell und Scheerer darauf aufmerksam gemacht haben, ein sprechendes Zeugniss gegen die feurige Bildung des letzteren. Der Gadolinit nämlich bildet mit Säuren eine Gallerte; wird er aber geglüht, so verliert er diese Eigenschaft, und überdies verglimmt er, wenn er der Feuerwirkung ausgesetzt wird und geht aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand über. Im Granit findet sich aber der Gadolinit in der Beschaffenheit, wie er sie hat, bevor er einen Einfluss vom Feuer erlitten hat; der Granit, der ihn umschliesst, kann also nicht im feurigen Zustande sich befunden haben, sondern er muss auf nassem Wege gebildet worden sein.

e) Endlich mögen noch ein paar Fragen wiederholt werden, die Fuchs an die Vulkanisten gerichtet hat, die sie ihm aber nicht beantwortet haben. Wenn der Granit zu den Schmelzprodukten gehört, wie kommt es dann, dass ihm deren gewöhnliche Accidentien, die glas-

* Geognosie S. 5.

artigen Massen, ganz und gar abgehen? Ferner, was von noch weit erheblicherer Bedeutsamkeit ist, wenn der Granit aus dem Innern der Erde als geschmolzene Masse emporgestiegen ist, wie ist es dann möglich, dass er in gewaltigen Kuppeln hoch über alle umgebenden Felsarten sich aufrichten konnte, während Lavaströme dies nicht vermögen, sondern flach über ihre Umgebung sich ausbreiten? Also auch in diesen beiden Beziehungen finden wir zwischen Granit und wirklichen Laven ein ganz verschiedenartiges Verhalten und sind deshalb auch berechtigt, für den ersteren eine andere Entstehungsweise als für die letzteren zu postuliren.

III. Obwohl nun aber die Majorität der Geologen, trotz aller der hier vorgebrachten Einreden, fortwährend an der Behauptung, dass der Granit seine Entstehung dem Feuer zu verdanken habe, als an einem unaufgebbaren Dogma festhält, so war es denn doch unmöglich, dass die gänzliche Verschiedenartigkeit der granitischen Gebirge in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten von allen Schmelzprodukten nicht auch bisweilen besonnenere Geologen aus der plutonistichen Schule hätte bedenklich machen und Zweifel an der Richtigkeit der Doktrin bei ihnen hätte hervorrufen müssen. Ich will nur an zwei, von mir sehr hochgeachtete Geognosten erinnern, bei denen wirklich solche Bedenklichkeiten laut geworden sind.

Eine solche ist von Studer * ausgesprochen worden bei Beschreibung des gewaltigen Alpengipfels der Jungfrau. Derselbe besteht, wie er angiebt, aus Gneiss-Granit, und unterhalb desselben dringen zwei Ausläufer des Kalkgebirges horizontal in den Granit ein. Die Kalklager am Ende der Ausläufer scheinen umgebogen wie der Rücken eines Buches Papier, die Steinart ist zum Theil unverändert, zum Theil in weissen oder bunten durchscheinenden Kalkstein, oder in dolomitischen Kalk oder in Rauchwacke umgewandelt. Doch erstrecken sich diese Umänderungen nie weit von der Kontaktfläche, und „man findet auch leicht an der Grenze wenige Linien dicke Kalkschiefer mitten im Granit, die keine Spur plutonischer Einwirkung tragen.“ Obwohl nun Studer der Meinung ist, dass dieses grandiose Profil von mehr als 9000 Fuss senkrechter Höhe unabweisbar zu der Annahme dränge, dass der Granit den Kalk gehoben, gefaltet, durchdrungen und übergossen habe, setzt er gleichwohl bedenklich Folgendes zu: „Eine sehr hohe Temperatur scheint jedoch nicht eingewirkt zu haben, und eine Theorie der Granitbildung, die einen lange anhaltenden, dem Schmelzpunkt der Bestandtheile des Granits gleichkommenden Hitzegrad voraussetzt, lässt sich mit den vorliegenden Thatsachen kaum vereinigen. Der Kalkstein, sollte man glauben, hätte, in eine glühende Granitmasse eingewickelt, nicht nur an einzelnen Stellen der Grenze, sondern bis in seinen innersten Kern geschmolzen und in salinischen Marmor umgewandelt werden müssen.“

Auch Naumann äussert sich nicht selten sehr bedenklich über die

* Geolog. der Schweiz. I. S. 182.

gewöhnliche Annahme von der Bildung des Granits, und insbesondere bringt ihn das massenhafte Auftreten des Quarzes im Glimmerschiefer in nicht geringe Verlegenheit, so dass er selbst für manche Fälle die pyrogene Entstehung desselben nicht behaupten will; wir werden davon weiter sprechen, wenn wir zur Charakteristik dieser Felsart kommen. Wie schon früher angeführt, will er auch nicht sowohl an der pyrogenen als vielmehr an der eruptiven Natur des Granits festhalten. In gewisser Beziehung stimmt er hierin mit N. v. Fuchs überein, der es auch für möglich ansieht, dass Gänge von Granit und andern Gesteinen dadurch entstanden sein konnten, dass da, wo sich unter der sinkenden Last noch weiche Masse befand, sie dem Drucke weichen musste und gezwungen wurde in die Höhe zu steigen oder seitwärts sich einen Weg zu suchen, wodurch sie die vorhandenen Risse und Spalten erfüllte. Diese Annahme beruht jedoch bei Fuchs und Naumann auf ganz verschiedenen Voraussetzungen: jener nimmt hiebei den neptunischen, letzterer den plutonischen Zustand zu Hülfe, freilich in der Beschränkung, dass er wie Studer meint, es würde auch der ursprünglich plastische Zustand des Granits, ohne Voraussetzung sehr excessiver Hitzegrade, einigermassen zu erklären sein. Indess eine solche Beschränkung kann, wenn man anders auf der pyrogenen Bildung des Granites bestehen will, gar nicht für zulässig erklärt werden, indem Erfüllungen der feinsten Spalten, insbesondere mit Quarzmasse, oder meilenlange Ausläufer in das Nebengestein jedenfalls den höchsten Hitzegrad des Granitflusses voraussetzen würden.

Es ist, wie mir scheint, im Vorhergehenden zur Genüge dargethan worden, dass die Annahme des pyrogenen Ursprunges des Granits weder mit seinen physikalischen noch chemischen Verhältnissen in Uebereinstimmung zu bringen ist. Wir werden dadurch von selbst zur Annahme seiner neptunischen Entstehung hingeführt, nur dürfen wir sie nicht in dem Sinne Werner's fassen, wogegen die Unauflöslichkeit oder die doch höchst geringe Löslichkeit der Gemengtheile des Granits im Wasser entschieden spricht, sondern wir müssen die Werner'sche Ansicht in der Art modifiziren, wie es N. v. Fuchs gethan hat, d. h. wir haben die Grundmasse, aus welcher der Granit durch Krystallisation hervorging, als eine amorphe, vom Wasser durchdrungene, zähweiche, plastische Masse zu betrachten. Eine solche Annahme steht mit allen den mannigfachen Erscheinungen des Granits im Einklange. Aus ihr wird es begreiflich, wie die krystallinische Kieselerde neben andern Körpern zur selbstständigen Ausscheidung gelangen konnte, wie die Krystalle des Quarzes die andern Mineralien ganz oder theilweise einschliessen oder wie sie sich gegenseitig in ihrer Ausbildung behindern konnten. Die Ausläufer des Granits in sein Nebengestein, ohne alle Störung von dessen Struktur und Schichtung, und ihre Endigungen in das feinste Netzwerk werden jetzt auch verständlich, denn sie erfolgten noch vor der Konsolidirung der Massen, und wenn es auch bei diesem Eindringen zu heftigen Konflikten kam, so waren diese doch bereits vorüber, als der Uebergang aus dem

amorphen in den krystallinischen Zustand seinen Anfang nahm. Eben so wird es nun nicht mehr befremden, wenn wir im Granite Einlagerungen vom Nebengesteine oder umgekehrt treffen; es sind gleichzeitige Bildungen, die nebeneinander und auch theilweise ineinander erfolgten. Das Auftreten des Granits in gewaltigen Bergen, die hoch über die andern Gebirgsarten emporragen, hat nichts Befremdliches mehr, denn er ist kein aus den unterirdischen Tiefen hervorgetriebenes Feuerprodukt, sondern ein Niederschlag aus dem Wasser und hat sich in derselben Weise wie die Kalkalpen aufgethürmt. Der Widerspruch, in welchen die vulkanistische Ansicht mit der Erfahrung geräth, dass der Granit in kolossalen Gebirgsstöcken sich über die Schiefer erhebt, ohne deren Schichtung im geringsten alterirt zu haben, besteht bei der neptunistischen Ansicht gar nicht. * So wenig als in diesem Falle braucht letztere die Gesetze der Mechanik zu verletzen, wenn sie den Granit von andern Gebirgsarten mantelförmig umgeben findet und abermals ohne deren Ordnung zerrüttet zu haben; ihr zu Folge hatte sich der Granit zuerst abgesetzt und konnte daher gar nicht störend in die Ordnung der später auf ihn sich ablagernden Felsarten eingreifen.

So stehen denn mit der neptunistischen, im Sinne von FUCHS modifizirten Doktrin von der Granitbildung alle die mannigfaltigen Verhältnisse, unter welchen der Granit auftritt, in Uebereinstimmung,

* Wir wollen hier doch ein merkwürdiges Zeugniss von NAUMANN [Geognos. II. S. 239] anführen. „Was die Lagerungsverhältnisse der Granitstöcke anbetrifft", sagt er, „so zeigen solche eine auffallende *Unabhängigkeit* von der Schichtung der umgebenden Gesteine; wenn also auch die Schichten stellenweise der Granitgrenze parallel streichen, so laufen sie anderwärts auf diese Grenze zu, um sich endlich unter grösseren oder kleineren Winkeln abzustossen. Ja gar nicht selten behaupten die geschichteten Formationen ringsum und zwischen solchen Granitinseln ein *so ungestörtes und beständiges allgemeines* Streichen und Fallen, als ob die Granitmassen gar nicht vorhanden wären." — Der Wichtigkeit dieses Verhaltens wegen wollen wir doch auch noch eine Aeusserung von MOHS hierüber hören [Geognos. S. 160 u. 196]. Indem er von der Zusammensetzung des Schiefergebirges aus Gneiss, Glimmer-, Thon-, Grauwackenschiefer u. s. w. spricht, setzt er Folgendes hinzu. „Diese Schiefer wechseln nicht nur in gleichförmiger Lagerung miteinander ab, sondern sie behalten auch durch das ganze Gebirge hindurch, was ihr Streichen anbetrifft, eine im Allgemeinen beständige, d. h. gleichbleibende Richtung, welche durch die in denselben liegenden Granitmassen, wie gross und von welcher Form diese auch sein mögen, so wenig gestört wird, *als wären sie gar nicht vorhanden*, oder nur durch die Struktur ihres Gesteines von der Gebirgsmasse unterschieden, in welcher sie sich eingeschlossen befinden. *Dies ist die grösste und merkwürdigste Erscheinung, welche das Schiefergebirge darstellt; und die am besten gekannten Gebirge sind die evidentesten Beweise davon.*" — Wie man aber gegenüber solchen und andern, gleich nachher [insbesondere vom Harze] anzuführenden Thatsachen noch irgend eine Möglichkeit für zulässig erklären kann, dass gleichwohl der Granit durch das Schiefergebirge sich hindurch gebohrt habe, ohne dessen Ordnung zu verletzen, ist mir so wenig als es bei MOHS der Fall ist, denkbar. Ich vielmehr gestehe, dass, wenn ich auch sonst keinen andern Grund, als den von der ungestörten Regelmässigkeit des Schiefergebirges hergenommenen, gegen die Eruptions-Theorie aufzuführen wüsste, dieser allein für mich vollständig ausreichend wäre, um mit ihr für immer zu brechen.

während die vulkanistische Ansicht zwar ebenfalls einige derselben befriedigend deuten kann, bei den meisten aber in unlösbare Konflikte mit den Erfahrungen und Gesetzen der Chemie und Mechanik verfällt, so dass sie selbst fortwährend sich darüber zu verwundern hat, wie wenig der Thatbestand mit ihrer Hypothese harmoniren will und deshalb, was das Kennzeichen falscher Theorien ist, immer wieder neue Hülfshypothesen ersinnen muss.

Es haben zwar neuerdings Th. Scheerer und Elie de Beaumont die Hypothese von der feurigflüssigen Bildung des Granites dadurch annehmbarer zu machen gesucht, dass sie auch noch das Wasser mitwirken liessen, indess werde ich um so weniger nöthig haben, darauf einzugehen, da bereits Naumann * selbst die Bemerkung macht, dass gegen Scheerer's Theorie einige beachtenswerthe Einwendungen erhoben worden wären und dass auch bezüglich der Hypothese von E. de Beaumont nicht zu leugnen sei, dass sie noch manche räthselhafte und schwierige Seite darbiete. So lange aber selbst Plutonisten von diesen Modifikationen der vulkanistischen Doktrin nicht vollständig befriedigt sind, wird man nicht erwarten, dass Neptunisten sie annehmbarer finden könnten. Dagegen will ich mich von meiner Seite zu einer andern Konzession verstehen, nämlich dass ich bei der Granitbildung auch die Mitwirkung der Hitze in Anspruch nehme, wie dies bereits Fuchs eingeräumt hat, nur dass wir dabei nicht primäres, sondern sekundäres, d. h. erst durch den Bildungsprozess erzeugtes Feuer einwirken lassen.

Die Krystallisation so ungeheurer Massen, wie sie die Gebirge darbieten, konnte gar nicht vor sich gehen, ohne dass nicht eine Menge Wärme frei geworden wäre, und selbige konnte sich in Fällen, wo der Krystallisationsakt einen raschen Verlauf nahm, bis zu einem hohen Grade steigern. Es hat schon Hausmann die sehr begründete Bemerkung gemacht, dass an den Rändern der Granitablagerungen sich öfters eine gewisse Unruhe zeige, indem nicht blos ein Schwanken in dem Gemenge eintrete, so dass hier dieser, dort jener Theil mehr angehäuft sei, sondern dass auch die chemische Natur des Gemenges sich nicht selten verändert darstelle. Eine solche Veränderung weist aber wohl darauf hin, dass in den chemischen Bildungsakt des Granits mitunter noch eine andere Potenz eingegriffen habe, und diese könnte wohl die Wärme sein, die während desselben entbunden wurde. Wenn diese in manchen Fällen zu einem sehr hohen Grade gelangte, so konnte sie in der annoch amorphen, erst zur krystallinischen Gestaltung sich vorbereitenden plastischen Grundmasse des Granits nicht blos eine gewisse Unruhe, sondern selbst eine excessive Aufwallung erregt haben, die im Konflikt mit dem gleichfalls erst in seiner Bildung begriffenen Nebengesteine dasselbe gewaltsam durchschwärmte und mit seiner Masse die Spalten und Risse des letzteren erfüllte. Als der Sturm sich gelegt hatte, konsolidirten sich nun ruhig und friedlich die Mas-

* Geognos. I. S. 740.

sen des Granits und seines Nebengesteines, und deshalb hat letzteres seine innere Struktur ohne weitere Belästigung von seinen Nachbarn regelmässig ausbilden können.

Wir mussten hier die Theorie von der Granitbildung in grösserer Ausführlichkeit behandeln, weil mit ihr zugleich die Theorie von der Bildung der ganzen Gruppe der granitischen Gesteine gegeben ist. *

Der Granit des Harzes mit Bezug auf andere analoge Verhältnisse.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche eine richtige Auffassung der Granit-Genesis für die ganze Geogenie hat, wird es nicht unzweckmässig sein, dieselbe an einigen besondern Fällen noch spezieller zu erläutern.

I. Bekanntlich hat Karl von Raumer ** zuerst die Vermuthung ausgesprochen, dass der Granit des Harzes mächtige Lager im Schiefergebirge bilde. Er fand nämlich, dass das Schiefergebirge, über welchem der Brocken sich erhebt, nicht mantelförmig um denselben gelagert und demgemäss nach allen Seiten von ihm abfallend sei, sondern seine Beobachtungen zeigten ihm, dass der Thonschiefer von W. dem Brocken zufalle, und dass das auf der östlichen Seite dieses Berges von ihm abfallende Schiefer- und Kalkgebirge wiederum dem Granit des Ramsbergs zufalle, von welchem das Schiefergebirge zwischen Ballenstädt und Harzgerode nochmals südöstlich abfällt. Bei diesen Thatsachen blieb nun blos die Alternative: den Granit entweder als übergreifend und abweichend *auf* dem Schiefergebirge gelagert anzusehen, oder für sehr mächtige Lager *in* den Schiefern. Raumer entschied sich für letztere Annahme, indem er zugleich (S. 75) erklärte, er habe diese Vermuthungen so bestimmt als möglich ausgedrückt, nicht etwa, um sie als ausgemachte Wahrheiten hinzustellen, sondern im Gegentheil, um es dem genauen Untersucher leicht zu machen, ihn *bestimmt* zu widerlegen.

Diese Einlagerung des Granits war für vulkanistische Ansichten zu widerwärtig, als dass sie eine solche hätten bestehen lassen können, und Fr. Hoffmann *** übernahm es in seinen Untersuchungen über das Harzgebirge, die hauptsächlich auf die ausgezeichneten Beobachtungen des Berghauptmanns von Veltheim begründet sind, jenes Verhalten in bessern Einklang mit der modernen Theorie zu bringen. Zwar möchte

---

* Zur wahren Satisfaktion gereicht es mir, dass ein so ausgezeichneter Chemiker, wie Bischof, meine Ansichten von der Granitbildung vollkommen gerechtfertigt hat. „Fürwahr", sagt er, [Geolog. II. 2. S. 2251], „seit Cartesius Zeiten ist kaum je eine Hypothese mit grösserer Kühnheit oder vielmehr Leichtfertigkeit aufgestellt worden als die der Bildung des Granits und anderer krystallinischen Gesteine, in denen Quarz in mehr oder weniger grossen Massen sichtbar ausgeschieden ist, aus feuerflüssigen Massen." — Und bei einer andern Gelegenheit [S. 1024] nennt er den Granit den geologischen Hokus-Pokusmacher der Plutonisten.

** Geognostische Fragmente, S. 33 u. f.

*** Uebersicht der orograph. und geognost. Verh. im nordwestlichen Deutschland, S. 384 u. f.

es fast scheinen, als ob die lokalen Verhältnisse direkte und unzweideutige Beobachtungen über die Lagerungsbeziehungen der Schiefer und des Granits nicht gestatteten, indem wir bis jetzt hierüber noch nicht ins Reine gekommen sind; allein man steht doch bei jeder neuerscheinenden Arbeit in der Erwartung, dass günstigere Beobachtungsverhältnisse den fraglichen Punkt zur Entscheidung gebracht haben könnten. Auch scheint dies nach der Angabe von HOFFMANN wirklich der Fall zu sein, wenigstens sind nach seiner bestimmten Aeusserung die von v. RAUMER auf die Verhältnisse des Streichens und Fallens gegründeten Ansichten, „als ob sich daraus auf eine regelmässige Einlagerung des Granits in der Thonschiefermasse schliessen lasse, keineswegs mit den ferner beobachteten Verhältnissen derselben übereinstimmend.“ Könnte man aber kein regelmässiges Lagerungsverhältniss des Granits annehmen, so meint HOFFMANN, dass man alsdann denselben sich nicht anders als durch vulkanische Gewalten emporgetrieben denken dürfte. Nachstehende Betrachtungen werden ergeben, in wie weit der genannte Geognost seine Behauptung gerechtfertigt hat.

Vor Allem ist darauf aufmerksam zu machen, dass nach den Untersuchungen aller Geognosten am Harze zwischen den Thonschiefern nebst der innig mit ihnen verbundenen Grauwacke einerseits und dem Granite andererseits ein merkwürdiges Mittelgestein, der sogenannte Hornfels, vorkommt, der sowohl mit dem Granit, als auch mit den Schiefern in der genauesten Verwandtschaft steht. Auf seine innige Verbindung mit Granit haben schon HAUSMANN * und ZINKEN aufmerksam gemacht. Letzterer sagt: „Zu der Nachricht des Herrn Hofraths HAUSMANN, dass der Granit des Harzes in Hornfels an verschiedenen Punkten übergehe, darf ich noch hinzusetzen, dass das Ilsethal Granit enthält, welcher Massen von Hornfels, die Rosstrappe aber Hornfels, welcher Massen von Granit von Faustgrösse einschliesst. Warum sollte auch nicht Beides stattfinden können, da der Hornfels nur als ein modifizirter dichter Granit anzusehen und es wahrscheinlich ist, dass solcher mit dem Granit aus Einer Flüssigkeit entstanden und nur durch äussere Ursachen zu einem andern Aggregatzustande gebracht worden ist.“ **

Noch ausführlicher schildert HOFFMANN den Uebergang des Hornfelses in Granit und Schiefer. Auf S. 388 sagt er: der Thonschiefer verwandelt sich allmählig in der Nähe des Granits in das bekannte Gestein, den Hornfels, und es lässt sich in diesem oft noch deutlich die Spur einer schieferigen Absonderung nachweisen. Bald darauf wird der Hornfels glimmerreich, und starke Ablosungen, welche dicht mit dunkeln Glimmerblättchen bekleidet sind, durchziehen ihn in der Streichungslinie der Schiefer. Feldspathmasse folgt in Streifen und Plättchen der Richtung dieser Absonderungsflächen, und der Quarz tritt theils auf ähnliche Art eingestreut auf, theils bildet er

* Neuerdings wieder in seiner Abh. „über die Bildung des Harzgebirges.“ S. 107.
** BREISLAK's Lehrb. d. Geologie, übers. v. STROMBECK, III. S. 670.

selbst ganze Schichten und Platten. Und S. 397 heisst es: bevor der Granit selbst den Hornfels berührt, erleidet er noch eine bemerkenswerthe Veränderung. Die grobkörnige Masse des erstern nämlich wird sehr schnell kleinkörnig, verliert dabei gewöhnlich ihre hellrothe Farbe und wird matt gelbgrau; Feldspath und Quarz treten inniger zusammen und des Glimmers scheint viel weniger zu werden. „Und endlich noch vermischen sich auf der Scheidungslinie die körnigen Substanzen von Granitmasse und Hornfels so vollkommen, dass wir keinen bessern Vergleich dafür wissen, als wenn wir sagen dürften, sie seien innig mit einander verschmolzen.“

Berücksichtigt man also diese gegenseitigen Uebergänge des Hornfelses und Granits ineinander, und erwägt man noch den Umstand, dass nach Hoffmann (S. 394) vereinzelte Hornfelsbrocken mitten im Granitgebiet der Masse desselben innig eingewachsen sind, während umgekehrt an andern Orten, wie vorhin angeführt, Granitbrocken in Hornfels eingeschlossen sind, so geht daraus aufs entschiedenste die innigste Verwandtschaft beider Felsarten hervor, und es kann kein Zweifel übrig bleiben, dass beide nicht gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung sein sollten. Will man daher auch nicht den Hornfels, weil er zugleich eine nahe Verwandtschaft mit dem Thonschiefer beurkundet, als eine blose Varietät des Granits betrachten, so ist er doch jedenfalls als ein Mittelgestein anzusehen, das auf der Berührungslinie der Schiefer- und Granitgebilde entstanden und das Bindeglied zwischen beiden ist. Soll daher auf direktem Wege das Lagerungsverhältniss dieser beiden grossen Formationen ermittelt werden, so darf hiebei der Hornfels eigentlich nicht in Berücksichtigung kommen, da er als ein Mittelgebilde für das Ausgehende von beiden erklärt werden muss.

Nun zu den Beobachtungen, welche Hoffmann in Bezug auf das Lagerungsverhältniss zwischen Schiefer und Granit gemacht hat. Zuerst spricht er von den Wahrnehmungen, die er im Bodethal beim Aufsteigen zur Rosstrappe anzustellen Gelegenheit hatte. Man erfährt aber von ihm aus der Besichtigung dieser wilden Gebirgsschlucht weiter nichts, als dass Granit und Hornfels, zwei innigst verwandte Gesteine, zackig ineinander greifen, ohne dass man aufs Reine käme, wie sich das Lagerungsverhältniss zwischen dem Granit und dem Grauwackengebirge ergebe. Könnte man aber auch selbst in diesem Thale, was übrigens nicht der Fall ist, nachweisen, dass der eigentliche Thonschiefer von den äussern Wandungen des Granits abgeschnitten wird, so wäre dies eine Erscheinung, die jede eingelagerte Masse gegen ihr umschliessendes Gestein zeigt, und woraus also keine Einwendung gegen die früher ausgesprochene Ansicht von der Einlagerung des Granits in das Schiefergebirge hergenommen werden könnte.

Da die Erscheinungen im Bodethal nicht geeignet sind, die von Raumer ausgesprochene Ansicht bestimmt, wie es gefordert wurde, zu widerlegen, so nimmt Hoffmann noch zwei andere Beobachtungen zu Hülfe. Nicht weniger merkwürdig, äussert er auf S. 395, für die

Meinung von dem Hervordringen des Granits aus der Schiefermasse sind noch jene beträchtlichen Massen von wahrem Hornfels, welche die Gipfel einiger der höhern Granitberge der Brockengruppe bilden. „An der Kuppe der Achtermannshöhe sieht man es deutlich, dass diese Massen in der That nur lose aufliegende Schalen, Theile der gesprengten Decke des Schiefergebirgs, nicht aber die Ausgehenden in der Granitmasse selbst wurzelnder Lager sind, welche mit ihr gleichzeitig gebildet sein könnten.“ — Um so etwas sehen zu können, dazu gehört freilich ein Blick, den nur vulkanistische Ansichten allein gewähren können, und der daher jedem, auf anderem Standpunkt stehenden Beobachter nicht gegeben ist.

Sollten indess auch wirklich, fährt Hoffmann S. 396 fort, ungeachtet der hier angeführten Thatsachen noch Zweifel bestehen, dass sich die Granite des Harzes von unten her aus der Masse des Thonschiefers hervorgedrängt haben, so sollten dieselben, seiner Meinung nach, wohl völlig bei dem Anblick der Erscheinungen verschwinden, welche die rehberger Klippe darbietet. Hier wird nämlich der Granit von wagrecht aufgelagertem Hornfels bedeckt, der indess hier nicht als lose aufliegende Schale, sondern als innigst verbunden mit der Granitmasse, die aufs deutlichste in denselben allmählig übergeht, anzusehen ist. Die Berührungsfläche beider hat jedoch keine ebene Gestalt, sondern der Granit greift in keilförmigen Vorragungen, wie im Bodethal, oder in gangförmigen Adern ein, die sich mannigfach verzweigen und zuletzt öfters in ein feines Geäder auslaufen. Dieses Verhalten soll nun evident dafür sprechen, dass der Granit durch vulkanische Gewalten im glühend flüssigen Zustand in den Hornfels hineingetrieben worden ist, während der allmählige Uebergang beider Gesteine in einander den enthusiastischen Vulkanisten hätte belehren dürfen, dass hier nur von Gleichartigkeit des Entstehens die Rede sein könne. Von den Verästelungen des Granits habe ich ohnedies noch besonders zu sprechen, und bemerke nur, dass ich in diesem Umstande die Gleichzeitigkeit der Granit- und Schieferbildung angezeigt finde.

Hiemit sind sämmtliche Gründe, welche Hoffmann für das Emporsteigen des Granits angiebt, aufgeführt und geprüft worden, ohne dass wir zu einem seiner Meinung günstigen Resultate gelangt wären. Die Unhaltbarkeit seiner Ansicht wird aber noch mehr einleuchten, wenn man mehrere Thatsachen berücksichtigt, die er in seinem Werke selbst mitgetheilt hat, und die zugleich von der Art sind, dass wir über die Lagerungsbeziehungen zwischen dem Granit und dem Thonschiefer- und Grauwacken-Gebirge wohl aufs Reine kommen können. Und diese Punkte sind folgende:

Wenn direkte Beobachtungen nicht ausreichen, das Lagerungsverhältniss zweier Gebirgsarten auszumitteln, so nimmt man bekanntlich die Erscheinungen des Streichens und Fallens bei einer geschichteten Gebirgsart zu Hülfe, um in dieser Beziehung ein Anhalten zu bekommen. Zu diesem Mittel muss man im vorliegenden Fall gleichfalls

seine Zuflucht nehmen, da es Hoffmann so wenig als seinen Vorgängern gelungen ist, auf direktem Wege die Sache abzumachen. Wie bereits angeführt, hat zuerst K. v. Raumer auf die allgemeine Gleichförmigkeit im Streichen und Fallen des Thonschiefers in seiner ganzen Erstreckung aufmerksam gemacht. Wie hat nun Hoffmann dieses Verhältniss gefunden? Er sagt auf Seite 386: „Mit seinen (nämlich Raumer's) Angaben stimmen auch in dieser Beziehung die Wahrnehmungen aller spätern Beobachter. Insbesondere aber scheint es durch die sehr schätzbaren und ausgedehnten Untersuchungen des Herrn von Veltheim erwiesen, dass die ganze Masse des Schiefergebirges, welche sich zwischen beiden Granitkuppen befindet, ebenso wie die an ihren Seiten befindliche, in ihren ursprünglichen Streichungslinien sowohl, als in der Richtung ihres Fallens bis selbst in die unmittelbare Nähe der Granitmassen keine bemerkenswerthe Veränderung erleiden." * — — Wie kann nun aber diese merkwürdige, auf eine weite Erstreckung unverrückt sich gleichbleibende, Regelmässigkeit des Thonschiefergebirgs mit der Annahme zusammen gepasst werden, dass Granitmassen, wie jene des Brockens, durch das Schiefergebirg im feurigen Fluss sich gewaltsam hindurchgebrochen hätten, ohne auch nur die mindeste Störung in dieser wunderbaren Ordnung hervorzubringen? Könnte man denn zur Erklärung dieser Verhältnisse eine unnatürlichere Deutung sich heraussuchen, als die von Hoffmann gewählte?

Für jeden unbefangenen Beobachter aber wird die merkwürdige Gleichförmigkeit in der Stellung der Schieferschichten, die in W. den Granitbergen zu-, in O. dagegen von ihnen abfallen, und selbst in der unmittelbaren Nähe der letztern keine bemerkenswerthe Veränderung erleiden, eine laut sprechende Thatsache sein, dass hier von gewaltsamen Bearbeitungen des Schiefergebirgs keine Rede sein dürfe. Sie wird ihm im Gegentheil ebenso, wie Raumer, zum Beleg dienen, dass man sich den Granit des Harzes nicht anders als dem Schiefer auf- oder eingelagert denken könne.

Ein anderer Anhaltspunkt zur Bestimmung der Altersverhältnisse zweier aneinander grenzender Gebirgsarten lässt sich von dem Umstande hernehmen, wenn von der einen untergeordnete kleinere Massen in der andern vorkommen. Und dieser Fall tritt bei den besprochenen Felsarten am Harze mehrmals ein. Nach den Beobachtungen von Hoffmann (S. 377) findet man Grauwacke in Thonschiefer eingelagert; daraus schliesst er, und gewiss mit Recht, dass beide gleichzeitiger Entstehung sein müssen und eine einzige Formation ausmachen. Nach seiner Angabe trifft man ferner vereinzelte Hornfels-Brocken mitten im Granitgebiet der Masse desselben innig eingewachsen, während umgekehrt der Hornfels, nach Zinken, Granitmassen und nach dem erstern Beobachter (S. 393) Grauwackenschiefer in sich schliesst. Will

* Auch Hausmann gesteht deshalb zu, dass die Aufrichtung der Schieferschichten keine Folge des Auftretens des Granits sein könne.

man in konsequenter Schlussfolgerung bleiben, so bleibt keine andere Annahme übrig, als Granit, Hornfels und Schiefer für gleichzeitige Erzeugnisse anzusehen. Noch bestimmter ergiebt sich aber ein Schluss auf die Altersverhältnisse der in Rede stehenden Gebirgsarten aus der interessanten Wahrnehmung von Granitmassen in entschieden für Grauwacke des Uebergangsgebirgs erkannten Gesteinen, und zwar in regelmässigen Lagerungsverhältnissen. Wie man (S. 379—382) solche Thatsachen berichten und dabei noch an der feuerflüssigen Emporquellung des Granits festhalten kann, ist mir unbegreiflich; denn während HOFFMANN, wie kurz vorher erwähnt, aus dem Eingelagertsein von Grauwacke in Thonschiefer auf die gleichzeitige Entstehung beider schliesst, unterlässt er es denselben Schluss zu ziehen, wenn man Granit in Grauwacke eingelagert findet. Und warum lässt er sich eine solche auffallende Inkonsequenz zu Schulden kommen? Antwort: die erstere Schlussfolgerung braucht er, um HAUSMANN widerlegen zu können; mit der letztern aber würde er die Waffen gegen sich selbst wenden, und er beharrt daher auf der von der vulkanistischen Schule ausgesprochenen Hypothese, dass der Granit des Harzes durch das Grauwacken-Thonschiefergebirge hindurch getrieben worden sei. Die Unstatthaftigkeit einer solchen Annahme lässt sich übrigens leicht nachweisen. Ist der Granit durch das Schiefergebirge hindurchgebrochen, so ist er offenbar jünger als dieses, und es gab mithin eine Zeit, wo am Harze nichts vom Granit zu sehen war, als bereits das Schiefergebirge sich auf der Erdoberfläche ausgebreitet hatte. Wäre dies aber wirklich der Fall gewesen, so möchte ich doch die Frage beantwortet wissen, woher denn die Granitgeschiebe gekommen sind, da ja bei der Bildung der Schiefer noch keine Granitberge vorhanden waren?* Oder haben sie sich etwa auch von unten her ein Loch durch die Grauwacke gebohrt, wie es der Brocken gethan haben soll? Das müsste sich ja auf direktem Wege leicht nachweisen lassen; indess der genannte Beobachter schweigt hierüber, und ein solcher Nachweis wird wohl für immer im Rückstand bleiben.

In solche Widersprüche gerathen die Vulkanisten mit ihren eigenen

---

* Zur Entkräftung des von diesem Umstande hergenommenen Beweises könnte man sich vielleicht auf HAUSMANN's Bemerkung (a. a. O. S. 88) berufen, dass diese sogenannten Geschiebe nicht mit den Abänderungen des harzer Granits übereinstimmen, sondern „weit mehr Aehnlichkeit mit gewissen Abänderungen schwedischer Granite" haben. Es ist nämlich darin Feldspath oder Albit vorherrschend, womit Fettquarz und Chlorit statt des Glimmers verbunden ist. Allein HAUSMANN sagt selbst (S. 100), dass die grossen Granitmassen an ihren Rändern sich nicht selten anders als im Innern beschaffen zeigen, indem an den Grenzen sich statt oder mit dem Feldspath Albit einstellt, statt des Glimmers oder mit ihm Chlorit sich einmengt und nur der Quarz seiner Verdrängung sich widersetzt. Hier haben wir also an den Rändern der grossen Granitmassen ganz die Abänderungen, welche in der Form von Geschieben als Einlagerungen in der Grauwacke vorkommen. Hiemit aber widerlegt sich von selbst die Meinung, als ob diese sogenannten Geschiebe etwa gar von schwedischen Graniten entnommen sein könnten. Ihre Gleichartigkeit mit den Grenzgesteinen der grossen harzer Granitmassen beweist augenfällig, dass sie gleichartiger und gleichzeitiger Bildung mit diesen sind.

Beobachtungen, weil ihre Feuer-Hypothese überall der Natur Gewalt anthut. Welche Erklärung kann man hier ungezwungener und konsequenter Weise anders annehmen, als die, welche HOFFMANN selbst über die Altersverhältnisse der Grauwacke und des Thonschiefers aufgestellt hat? Das Resultat dieser zuletzt mitgetheilten Beobachtung wird also kein anderes sein als dieses, dass die Granitmassen, welche von der Grauwacke umschlossen werden, mit der Bildung der letztern gleichzeitige und gleichartige chemische Ausscheidungen sind.

Was aber von diesen kleinern Granitmassen gilt, das gilt auch von den ungeheuern Granitkolossen, welche, wie der Brocken, hoch über das Schiefergebirge ihr Haupt emporheben. Die Grösse der eingelagerten Massen wird hoffentlich keinen Unterschied in ihrer Entstehungsweise begründen sollen. Erwägt man ferner, dass der Hornfels Grauwackenschiefer und Granit in sich schliesst, während umgekehrt der letztere Hornfels eingelagert enthält; berücksichtigt man endlich noch, dass alle diese Felsarten durch allmählige Uebergänge in einander verfliessen, und das Schiefergebirge in wundervoller Regelmässigkeit auf der einen Seite den Granitbergen zu-, auf der entgegengesetzten von ihnen abfällt, so wird es am einfachsten und naturgemässesten sein, das Grauwacken-Thonschiefergebirge, den Hornfels und Granit als gleichzeitige und gleichartige Erzeugnisse, als Glieder eines und desselben Bildungsprozesses anzusehen.

Und so hat denn HOFFMANN durch seine Untersuchung des Harzgebirges die von K. VON RAUMER zuerst ausgesprochene Ansicht, dass der Granit desselben mächtige Lager im Schiefergebirge bilde, wider Willen auf eine sehr auffallende Weise bestätigen müssen.

II. Die Erscheinungen am Harze sind nicht ohne Analogien an andern Orten. K. v. RAUMER * hat selbst eine solche nachgewiesen, indem er am linken Elbufer einen auf Thonschiefer aufruhenden Granit auffand, der jünger als der weiter westlich liegende Gneiss und Glimmerschiefer ist. Als Beleg für eine solche Behauptung hat er folgende 4 Punkte angeführt:

a) Das auf der Streichungslinie auf drei Stunden weit verfolgte Einschiessen des Thonschiefers unter diesen Granit.

b) Die Auflagerung des letztern auf die Schiefer an mehreren Punkten, namentlich aber am linken Müglitzufer, wo man im Profile sieht, „wie sich der Granit in einer, den Schichten des Grundgebirgs parallel geneigten Fläche über Schiefer und Trapp hinweg, von der grössten Höhe des Thalgehänges auf die Thalsohle herabzieht, so dass unten im Thale wohl an dreissig bis vierzig Schritte Schiefer und Trapp anstehen, während oben schon Alles Granit ist."

c) Der unmittelbare Uebergang des Granits in den Schiefer, so dass man seine allmählige Entwickelung aus diesem heraus vor sich sehen kann. Dieser Uebergang wird durch den Hornfels (sog. hornartigen Trapp) vermittelt, der deutlich aus dem Thonschiefer hervorgeht,

* Geognostische Fragmente, S. 1.

gleichwohl aber auch zwei Bestandtheile des Granits, nämlich Quarz- und Feldspathpünktchen, erkennen lässt.

d) Vorkommen untergeordneter Granitlager in den Schiefern, gleichsam als Vorläufer der weiter im Hangenden herrschend auftretenden Bildung.

Hier ist also von einer durch genaue, umfassende und oft wiederholte Beobachtungen nachgewiesenen Auflagerung des Granits auf Thonschiefer die Rede, und, wie am Harze, ist der Hornfels das vermittelnde Glied zwischen beiden Felsarten.*

III. Ein anderes Beispiel entlehne ich von Gumprecht.** Schon Reuss hatte zu Ende des vorigen Jahrhunderts eine Einlagerung des Granits (von ihm Syenit benannt) im Thonschiefer zu Nebilau bei Pilsen beschrieben. Der Granit tritt in gangartigen Verhältnissen, die nur selten lagerartig werden, im Thonschiefer auf und wechselt auf diese Weise mehrmals mit demselben; mitunter sind auch im Granit Thonschieferstücke eingeschlossen. Granit und Schiefer schneiden in der Regel an ihrer Grenze scharf von einander ab, nur einmal wird erwähnt, dass es wirklich scheine, als wenn an einigen Stellen der in einem sehr kieselreichen Thonschiefer eingeschlossene Kieselschiefer in den Granit überginge. Hier greifen auch, wie am Harze und an der Elbe, die Schiefer zackenförmig in den Granit ein. Hieraus leitet Gumprecht freilich ganz andere Folgerungen ab als Hoffmann. „Die Scheide zeigt“, sagt er, „wie an allen übrigen bis jetzt beobachteten Grenzen des Granits und Thonschiefers, nicht die mindeste Veränderung des letzteren. Eine solche Erfahrung aber, ferner der unzerrüttete Zustand der dünnen schieferigen Blätter des Thonschiefers, endlich das durchaus regelmässige, sich gleichbleibende Streichen derselben, der Thonschiefer möge senkrecht von den Granitgängen durchsetzt werden, oder die Granitmassen über- oder unterlagern, möchte einiges Bedenken gegen die unbedingte Annahme der Richtigkeit der Vorstellung, dass die bei Nebilau im Thonschiefer auftretenden Granitgänge einst flüssige, das Uebergangsgebirge durchbrechende Strahlen grösserer empor gehobener Massen gleicher Beschaffenheit gewesen

---

* Hoffmann sucht zwar (a. a. O. S. 407) die Raumer'sche Beobachtung in ein zweideutiges Licht zu stellen, indem er einen Fall erzählt und abbildet, in welchem der Granit senkrecht an seiger stehenden Hornfelstafeln in die Höhe steigt, allein er berichtet selbst zuvor, dass anfänglich der Granit sich über den Hornfels hinweglegt; auch können bei dem zackigen Ineinandergreifen beider einzelne Partien nach allen Richtungen sich verflechten, wie wir es schon im Bodethale gesehen haben. Nur bei grossen Vorurtheilen kann man einen isolirten Fall der Art herausgreifen, um ihm den Schein einer Regel zu geben. — Ganz anders als Hoffmann urtheilt ein späterer Beobachter, Naumann (Karsten's Archiv für Mineral. IV, S. 184), indem er das Faktum der Auflagerung vollkommen bestätigt. „Der Granit“, sagt er, „ist den Schiefern nicht gleichförmig aufgelagert, sondern sehr ungleichförmig auf- und angelagert, indem die Schiefer in einer regellos zerrissenen, nach dem Granite hin abfallenden Fläche endigen, über welcher der letztere sich ausbreitet.“

** Beiträge zur geognostischen Kenntniss einiger Theile Sachsens und Böhmens, 2. Kap.

wären, erwecken.“ Ganz konsequent ziehe ich die weitere Folgerung, dass der Granit von Nebilau gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung mit den Schiefern ist.

2. Der Gneiss.

Der Gneiss ist ein körnig-schieferiges Gemenge von Quarz, Glimmer und Feldspath. Quarz und Feldspath sind in körnigem Gefüge miteinander verbunden und liegen zwischen den Glimmerblättchen, welche hauptsächlich die schieferige Struktur bestimmen und je nach ihrer Anordnung und Ausbreitung die Verschiedenheiten im Gefüge des Gneisses bedingen.

Gewöhnlich sind die Glimmerblättchen in Flasern verwebt, welche längsgestreckt und wellenförmig gebogen sind, zwischen denen sich die körnigen Aggregate von Quarz und Feldspath in linsenförmiger Gestalt eingelagert befinden. Indem die Glimmerflasern mit einander parallel verlaufen, erlangt das Gestein selbst eine mehr oder minder deutliche lineare Parallelstruktur. Dieser flaserige Gneiss geht einerseits durch grössere Ausbreitung der Glimmerflasern, zwischen welchen die körnige Masse in breiten linsenförmigen oder schmalen lagenförmigen Parthieen auftritt, in schieferigen Gneiss über, oder durch Zurücktreten der Glimmerflasern und Vorwalten der körnigen Masse in körnigflaserigen Gneiss, wobei alsdann auch die Parallelstruktur minder entwickelt ist und das Gestein ein granitähnliches Ansehen erlangt.

Im Gneisse finden sich also dieselben wesentlichen Bestandtheile wie im Granit, aber nicht in einfach körnigem, sondern in körnig-schieferigem oder flaserigem Gefüge. Schon hieraus erhellt es, dass beide Gesteine nur als leichte Abänderungen eines und desselben Grundtypus zu betrachten sind.

Der Glimmer wird öfters durch andere Mineral-Arten theilweise oder ganz verdrängt. Wird er durch Hornblende ersetzt, was besonders in Skandinavien und Nordamerika der Fall ist, so entsteht der Hornblendegneiss. Häufig gesellt sich dem Glimmer, bis zu dessen gänzlicher Verdrängung, Kalk bei; ein solches Gemenge hat in der Schweiz den Namen Protogingneiss erhalten. Seltner vertritt Graphit den Glimmer, wie z. B. in der Oberpfalz, was insofern bemerkenswerth ist, als hier eine Kohlenstoff-Ablagerung erscheint, die älter als die Existenz der organischen Welt ist und daher nicht als eine sekundäre Bildung aus derselben angesehen werden kann.

Die ausgezeichnetsten Uebergänge bietet der Gneiss zunächst in andere granitische Gesteine: Granit, Glimmerschiefer und Weissstein dar, zu deren Entstehung es nur einer leichten Modifikation des Bildungsprozesses bedurfte. Vom Hornblendegneiss aus entwickeln sich auch leicht Uebergänge in den Hornblendeschiefer. Diese Felsarten kommen im Gneisse ebenfalls als untergeordnete Lager vor, und wechseln in manchen Gegenden so häufig miteinander und mit ihren Uebergangsgesteinen ab, dass sie alle nur als innig-verbundene Glieder einer und derselben Formation anzusehen sind.

Obwohl Granit und Gneiss mitunter an ihren Grenzen scharf von einander abschneiden, so gehen sie in andern Fällen doch ganz allmählig ineinander über und verknüpfen sich weiter durch Wechsellagerungen. Es ist schon beim Granite des schlesischen Gneissgranites gedacht worden, wo flaseriges und geschichtetes Gestein [Gneiss] unaufhörlich mit körnigem und ungeschichtetem [Granit] wechselt. Dasselbe Verhalten wiederholt sich in andern Gegenden und sie verwirren sich mitunter so ineinander, dass man dann weder oryktognostisch noch geognostisch beide Gesteine scheiden kann, sondern sie, wie Beudant sich ausdrückt, für eine und dieselbe Masse erklären muss. Die Wechselbeziehungen beider Gebirgsarten werden dadurch noch inniger, dass der Granit auch in regelmässigen Lagern dem Gneisse eingefügt ist.

In ähnlicher Weise schliesst sich der Gneiss auch dem Glimmerschiefer an, indem er allmählig in letzteren übergeht, mit ihm, und oft in mehrfacher Wiederholung, wechsellagert und untergeordnete Lager von Glimmerschiefer umschliesst. In dieselben Beziehungen tritt der Gneiss auch zum Hornblendeschiefer, und in noch engere Verbindung mit dem Weissstein [Granulit]. Als ein sehr beachtenswerther Umstand ist es noch hervorzuheben, dass in den grossen Gneissdistrikten, wo ein mehrfacher Wechsel von Gesteinen eintritt, die Uebergänge nicht blos in der Richtung des Streichens innerhalb derselben Schichten erfolgen, sondern auch rechtwinklig darauf von einer Schicht zur andern.

Urkalk, Dolomit, Serpentin, Quarzit und Graphit sind Einlagerungen im Gneiss, von denen bei diesen Gesteinen selbst weiter die Rede sein wird. Hier soll nur noch einiger der für den Bergbau wichtigsten Lagerstätten von Erzen gedacht werden, die übrigens nicht blos in Lagern, sondern auch in Gängen in ihm sich einstellen.

Am merkwürdigsten sind die Lager und Stöcke von Magneteisenerz, die besonders in Schweden, Norwegen und Nordamerika vorkommen, mitunter nur wenige Fuss mächtig sind, zuweilen aber eine kolossale Ausdehnung gewinnen, wie denn z. B. der Gellivaraberg in Luleo-Lappmark, der fast ganz aus Magneteisenerz und Glanzeisenerz zu bestehen scheint, bei einer Höhe von etlichen tausend Fuss eine Länge von 16,000 Fuss und eine Breite von 8,000 Fuss hat. Durch den Bergbau ist bei vielen dieser Lager nachgewiesen, dass sie keineswegs in eine unergründliche Tiefe reichen, sondern nach unten abgegrenzt sind; sie können daher auch nur als gleichzeitige Bildungen mit dem sie umschliessenden Gneissgebirge angesehen werden. Beachtenswerth ist auch der Umstand, dass in den Lagern von Magneteisenerz eine Menge anderer Mineralarten sich einfinden; aus den skandinavischen kennt man über 80 verschiedene Spezies, zu deren Bildung zwei Drittel sämmtlicher Elemente [42] mitgewirkt haben.

Ausser Eisenerzen führt der Gneiss auch Erze von Blei, Silber, Zinn, Kobalt und Kupfer. Berühmt sind die schwedischen Kupfer-

lager, wie z. B. das von Fahlun, wo der Hauptstock 188 Klafter hinabreicht und hier sich vollständig auskeilt: ein eklatanter Beweis von der mit seinem Nebengesteine gleichzeitigen und gleichartigen Bildung.

Der Gneiss ist eine Formation von grosser Ausbreitung. Wenn er auch bisweilen in schroffen zackigen Berggestalten erscheint, so findet man ihn doch häufiger in flachen, wellig gebogenen Formen. Durch die Verwitterung wird er oft sehr angegriffen und zerfällt in Grus.

Gewissen theoretischen Vorurtheilen zu Liebe wollte man eine Zeitlang dem Gneisse keine Schichtung zuerkennen; sie wird ihm jetzt ebenso wie dem Glimmerschiefer wieder zugesprochen, wovon bei letztgenannter Felsart weiter gehandelt werden soll. Die Schichten laufen in gleicher Richtung mit der parallelen Struktur seines Gefüges, und sind fast durchgängig steil gestellt. Gewöhnlich sind sie ebenflächig und lassen sich alsdann schöne Platten aus ihnen brechen; zuweilen sind sie aber auch in der mannigfaltigsten Weise zikzakförmig und wellenartig gebogen, vergleichbar den seltsamen Windungen marmorirten Papieres oder, wie NAUMANN ein höchst bezeichnendes Bild gebraucht: „als wäre das Gestein aus einem zähflüssigen Zustande, im Momente eines heftigen Aufwallens und Durcheinanderwogens seiner Massen, plötzlich zur Erstarrung gelangt.“

Nach WERNER's Ansicht von der Reihenfolge und dem Alter der Glieder des Urgebirges steht der Gneiss in dieser Beziehung nur dem Granite nach, indem er von letzterem unterteuft wird, während auf ihm selbst Glimmer- und Urthonschiefer aufruhen, also jünger als Gneiss sind. Diese Reihenfolge ist in vielen Fällen constatirt, in andern aber hat sie sich nicht bewährt, indem es wirklich Gneissablagerungen giebt, die ein jüngeres Alter haben. So z. B. kennt man jetzt Gneissgebilde in Norwegen, Sachsen, Oberfranken und andern Orten, die entschieden dem Uebergangsgebirge aufgesetzt sind. Um an einen nahe liegenden Fall zu erinnern, kommt um Münchberg im Bayreuthischen eine an 8 Quadratmeilen ausgedehnte Gneissbildung vor, welche der Grauwacken-Formation eingelagert ist. Noch jüngere Gneissbildungen als die in der Uebergangsperiode sind nicht nachgewiesen, wenn man anders nicht etwa die Alpengranite den gneissartigen Gesteinen zurechnen will.

Ueber die Entstehungsweise des Gneisses wie des Glimmerschiefers sind mancherlei, zum Theil sehr absonderliche Meinungen aufgestellt worden, wovon bei letzterem die Rede sein wird. Bei seiner innigen Verwandtschaft und Verflechtung mit dem Granit hätte man wenigstens erwarten sollen, dass man nicht umhin gekonnt hätte, ihm ganz allgemein eine gleiche Bildungsweise mit diesem zuzugestehen; allein dies ist nicht der Fall und es giebt wirklich viele Geologen, die für den Gneiss einen ganz andern Ursprung als den des Granits sich denken können.

3. Der Weissstein.

Der Weissstein, wie er von Werner, oder Granulit, wie er von Weiss genannt wird, ist ein feinkörniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Granat.

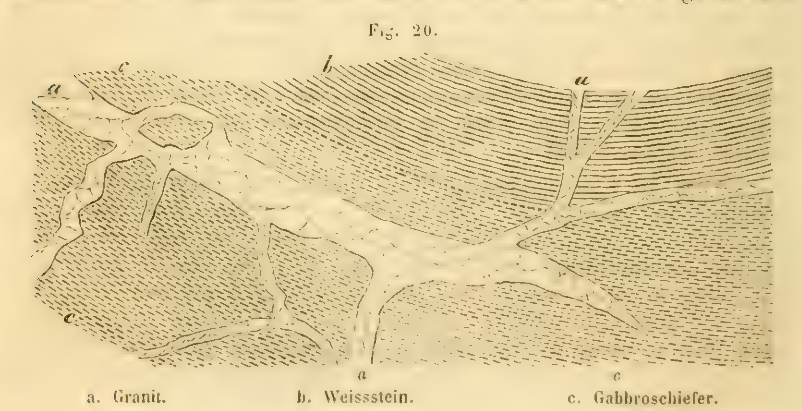
Der Feldspath [mit wenig Ausnahmen Orthoklas] macht gewöhnlich den Hauptbestandtheil aus und giebt dem Gesteine seine Farbe, die in der Regel weiss ist, was bisweilen in ein lichtes Grau, Gelb oder Roth verläuft, und nur ausnahmsweise ins Lauchgrüne oder Schwärzlichgrüne fällt. Der Feldspath ist immer sehr feinkörnig und in ihm liegt der Quarz in kleinen rundlichen, häufig platten linsenförmigen Körnern oder in regelmässigen dünnen Lamellen von weisser oder lichtgrauer Farbe. Je nachdem der Quarz in Körnern oder Blättchen auftritt, erlangt das Gestein ein mehr körniges oder ein mehr schieferiges Gefüge. In diese Grundmasse sind in der Regel rothe Granaten, meist nur von Hirsegrösse, selten grösser, öfters kleiner, eingebettet und zwar in solcher Häufigkeit, dass sie fast einen wesentlichen Gemengtheil ausmachen; mitunter wird jedoch, wie z. B. in der Oberpfalz, der Granat durch Schörl ersetzt.

Sehr häufig mengen sich Glimmer-Blättchen ein, wodurch das schieferige Gefüge immer mehr ausgebildet wird. Seltener stellt sich Cyanit ein und am seltensten Hornblende.

Die Schichtung ist ausgezeichnet deutlich, so dass, wie Naumann sich ausdrückt, nur wenige Gesteine in der Vollkommenheit ihrer Schichten mit dem Weisssteine wetteifern können; blos in den körnigen Abänderungen werden sie zuweilen mächtiger und minder deutlich. Die Schieferung läuft immer mit der Schichtung parallel.

Die häufigsten Uebergänge des Weisssteins erfolgen in den Gneiss, von dem er ohnedies nur eine feldspathreiche, aber glimmerleere oder doch glimmerarme Abänderung ausmacht; ausserdem geht er in Granit über und, wie angegeben wird, bisweilen in Hornblendeschiefer. Bei Rosswein kommen in ihm merkwürdige Granit-

Fig. 20.



a. Granit. b. Weissstein. c. Gabbroschiefer.

gänge vor, die auch noch in den angrenzenden Gabbroschiefer übersetzen [Fig 20].*

Der Weissstein, von dessen Ablagerungen am bekanntesten die in Sachsen, Böhmen, der Oberpfalz und in den Vogesen sind, erscheint nur in untergeordneten Verhältnissen und hat nirgends eine grosse Verbreitung, so dass er eigentlich nicht berechtigt ist als selbstständige Gebirgsart, gleichwerthig den andern grossen Urformationen, angesehen zu werden. Ich habe ihn hier nur deshalb abgesondert, weil er in neuerer Zeit in den geologischen Theorien eine Bedeutung erlangt hat, die er nach seinen geognostischen Verhältnissen nicht hätte ansprechen können.

Naumann nämlich ist durch Untersuchungen der sächsischen Weissstein-Formation zu der Ueberzeugung gekommen, dass man zweierlei Ablagerungen zu unterscheiden hätte: einen primitiven, der in kleineren Massen ein untergeordnetes Glied des Gneisses ausmache und daher mit diesem gleichzeitiger Bildung sei, und einen eruptiven, der in grossen Massen die Schichten der Schiefer durchbrochen, metamorphosirt und mantelförmig um sich aufgerichtet habe. Die Beweise, die Naumann hiefür beibringt, sind im Wesentlichen dieselben, welche er zur Unterscheidung eines primitiven und eruptiven Granites anführt; sie sind demnach für uns ebensowenig überzeugend als es bezüglich der letzteren Felsart der Fall gewesen ist. Nur die einzige Bemerkung mag hier gestattet sein, dass es doch schon als Inkonsequenz erscheint, wenn den grossen Massen von Weissstein eine andere Bildungsweise als den kleinen zugesprochen wird, bei welch letzteren ihre Zugehörigkeit zum Gneisse offenkundig vor Augen liegt.

Zu einem ganz andern Resultate als Naumann ist Hochstetter** durch seine höchst schätzbaren Untersuchungen des böhmischen Granulites gelangt. Dasselbe lautet: „es giebt keine eruptive Granulit-Formation; aller Granulit ist eine Massenausscheidung von gleichzeitiger Entstehung mit den krystallinischen Schiefern, in denen er auftritt.“ Diese Schiefer sind aber der Gneiss, der den Weissstein

---

* Mit diesem interessanten Verhalten des Weisssteines bei Rosswein in Sachsen hat uns Cotta bekannt gemacht. Der Weissstein wird daselbst in grosser Häufigkeit von Granitadern der verschiedensten Mächtigkeit, von einigen Zoll bis zu einigen hundert Fuss, durchsetzt, die ihrer mineralogischen Konstitution nach der des Weisssteines durchaus ähnlich sind, indem sie kaum mehr Glimmer als dieser enthalten, nur dass alle Gemengtheile deutlich körnig geschieden, nicht verflösst und nicht schieferig angeordnet sind. In Berücksichtigung dieses Umstandes, sowie der häufigen auffallenden Biegungen der sehr regelmässigen dünnen Weissstein-Lager an den durchaus scharf sie abschneidenden Granitästen, kann man sich, wie Cotta richtig bemerkt, des Gedankens nicht erwehren, „dass beide Gesteine eigentlich aus einem Topfe stammen und auch gar nicht lange nacheinander fest geworden sind,“ nur dass wir nicht mit ihm die Masse im feuerflüssigen Zustande annehmen können. Was aber noch weiter bemerkenswerth, ist, dass die Granitgänge nicht blos den Weissstein, sondern häufig auch den dichtangrenzenden Gabbroschiefer durchsetzen; ein Zeichen, dass dieser im gleichen plastischen Zustande mit den beiden andern Massen sich befand [Jahrb. für Mineral. 1851, S. 573].

** Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1854, S. 1.

umgiebt. Die Argumente, welche HOCHSTETTER beibringt, sind in ausreichendem Maasse beweiskräftig, und soll hier nur erwähnt werden, dass genannter Geognost in Böhmen den Weissstein, wo er frei zu Tage tritt, nicht blos in Kuppen, mantelförmig von den Schiefern umlagert und daher nach allen Seiten von ihnen abfallend, antraf, — ein Verhältniss, das bekanntlich von den Vulkanisten immer als Zeichen gewaltsamen Durchbruches einer fremden Masse betrachtet wird — sondern er fand ihn auch in concaven, ringsum von den Schiefern unterteuften Mulden.

Ein gleiches Resultat hat die auf Veranstaltung der bayerischen Regierung vorgenommene geognostische Untersuchung der Oberpfalz ergeben, indem sich GÜMBEL* über die dortigen Verhältnisse des Weisssteins in folgender Weise aussprach: „gleichförmige, vielfache Wechsellagerung mit Gneiss und Gesteinsübergänge bezeugen unzweifelhaft, dass der Granulit unseres Gebietes ein dem Gneiss homogen eingelagertes, gleichzeitiges Glied der Urgneiss-Formation bildet."

Was aber von dem böhmischen und oberpfälzischen Weissstein gilt, hat auch seine volle Anwendung auf den sächsischen. Damit hat jedoch die Eruptions-Theorie abermals einen, ihrer ohnedies nicht zahlreichen, Stützpunkte verloren.

4. Der Syenit.

Der Syenit ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von Feldspath und Hornblende.

Der Feldspath ist Orthoklas, dem sich bisweilen Oligoklas beigesellt und ist gewöhnlich der vorwaltende Bestandtheil, der eine rothe oder weisse Farbe hat; die Hornblende ist dunkelgrünlichschwarz. Nicht selten mengt sich auch Quarz und Glimmer ein, wodurch dann der Uebergang in Granit eingeleitet wird [Syenitgranit]. Das Gefüge ist wie beim Granit krystallinisch-körnig. Durch Ausscheidung von Feldspath-Krystallen erlangt der Syenit eine porphyrartige Struktur und wenn die ihm beigemengten Glimmerblättchen sich flaserig ausbilden, so erhält er ein schieferiges Gefüge.

Gleich dem Granite zeigt der Syenit in der Regel blos eine massige Absonderung, die jedoch mitunter in regelmässige Bänke übergeht und dadurch den Anschein von Schichtung erlangt. Säulenförmige oder kugelige Absonderungen sind selten.

Unter den ausserwesentlichen Gemengtheilen ist der Titanit der am weitesten verbreitete; der Zirkon stellt sich besonders häufig im schwedischen, norwegischen und grönländischen Syenit ein, und bezeichnet eine eigene Abänderung, den Zirkonsyenit.

Die häufigsten Uebergänge zeigt der Syenit in den Granit, an dessen Auftreten er ohnedies in der Regel gebunden ist und von dem er eigentlich nur als eine eigenthümliche Abänderung erscheint. Die Uebergänge sind so vollkommen, dass man oft in Zweifel ist, ob man

* Regensb. Korrespondenz-Blatt. 1854, S. 7.

solche Mittelgesteine für Syenit oder Granit erklären soll, weshalb auch Keilhau sich bestimmt fühlt, beide Gebirgsarten in Norwegen nur als ein Formationsglied zu betrachten, das sich bald als Granit, bald als Syenit darstellt. Andere Uebergänge, aber weit seltener, erfolgen in Hornblendegestein, und von einem, bezüglich gewisser geologischen Doktrinen sehr lehrreichen Uebergang in Thonschiefer berichtet Keilhau *, von einem andern in Eurit- und Augit-Porphyr Hausmann. **

Aehnlich dem Granite enthält auch der Syenit manchmal fremdartige Einschlüsse. So kommen z. B. in manchen nordamerikanischen Syeniten zahlreiche abgerundete „Geschiebe" vor, in solcher Menge, dass das Gestein wie eine Art Puddingstein aussieht. Aehnliches zeigt der Syenit der Insel Arran mit seinen Parthieen von Diabas, die jedoch Boué nicht für Geschiebe, sondern wohl richtiger für Konkretionen erklärt. Anderwärts kommen Einlagerungen von Gneiss, bisweilen von grosser Mächtigkeit, ferner von Talkschiefer und von Thonschiefer vor, die natürlich von plutonistischer Seite für losgerissene und eingewickelte

---

* *Gaea norvegica.* I. S. 35. Seines hohen geologischen Interesses wegen soll dieser Fall hier ausführlicher mitgetheilt werden. Ungefähr in der Mitte von Hadeland's Uebergangsthonschiefer- und Kalkdistrikt in Norwegen erhebt sich über dessen mittleres Niveau zu einer Höhe von etwa 500 Fuss der Sölvsbjerg, eine isolirte Kuppe syenitischer Masse. Es ist hier allenthalben der vollkommenste Uebergang aus den harten Thonschiefern in die massige Felsart wahrzunehmen. Zuerst bemerkt man an den Schiefern nur die gewöhnlichen Veränderungen, wie sie allgemein an den Grenzen der granitischen Massen sich finden, dass nämlich die Schiefer einen schimmernderen Bruch und ein krystallinischeres Ansehen annehmen, dabei aber noch die Versteinerungen behalten. Näher gegen die massige Felsart wird ein zweiter Fortschritt im Uebergang bemerklich: die Krystallpartikeln nehmen an Grösse zu, bis sie theilweise mit blosen Augen erkennbar sind, da man dann eine Menge kleiner Glimmerblättchen und dazwischen liegender Feldspathpartikeln unterscheidet. Unter dieser Entwickelung sind die Versteinerungen verschwunden, dagegen ist aber die Schichtung, wenn auch nicht mehr als wirkliche Absonderung, doch noch wie eine durch verschiedene Färbung bezeichnete Parallelstruktur in der Masse angedeutet. Am letzten Punkt der Uebergänge nimmt die krystallinische Entwickelung weiter zu, bis sich endlich eine ganz grobkörnige Bildung darstellt, zusammengesetzt aus den ebengenannten Bestandtheilen und ausserdem aus Quarz und Hornblende. Dieses Gebilde nun ist es, welches den höchsten Theil des Berges ausmacht; es hat eine vollkommene Granit-Struktur [Buch giebt ihr sogar den Namen von Granit], worin jede Spur von Schichtung verschwunden ist. Aus der Thatsache, dass das massige Gebilde ein ununterbrochenes Kontinuum mit dem Thonschiefer ausmacht und nichts Anders als das Endglied einer Modifikationsreihe in dieser ist, folgert Keilhau mit Recht, dass die syenitische Gebirgsart schlechterdings nicht als späteres Gebilde im geschmolzenen Zustande aus dem Innern der Erde hervorgequollen sein könne. Es sind hier ähnliche Uebergänge aus dem Thonschiefer in granitisches Gestein, wie sie schon vom Harze und Erzgebirge früherhin in Erwähnung gebracht wurden.

** Nachrichten von der Univers. zu Göttingen 1851, S. 117: Der Zirkonsyenit des südlichen Norwegens bietet vollkommene Uebergänge in den Euritporphyr dar und sowohl durch diesen als auch unmittelbar in den Granit des Uebergangsgebirges; weit auffallender noch ist der nahe Zusammenhang zwischen jenen Gebirgsarten und den schwarzen Porphyren von Holmestrand, welche Augite führen und daher zu den Augitporphyren gehören. Merkwürdig ist dieser Zirkonsyenit auch noch dadurch, dass er eine reiche Fundgrube von Mineralien ist, von denen man jetzt schon 50 Arten aus ihm kennt.

Fragmente ausgegeben werden. Dagegen wird zugestanden, dass die Lager von Magneteisenerz bei Vesser im Thüringer Walde, bei Hackedal und Hurdal in Norwegen ganz und gar dem Syenit angehörig sind. Gänge von Granit werden häufig in ihm gefunden.

In seinen Ablagerungsformen stimmt der Syenit ebenfalls mit dem Granite überein und bei seiner Abhängigkeit von letzterem tritt er sowohl in der Ur- als Uebergangsperiode auf und reicht vielleicht noch in die Zeit der Flötzablagerungen hinein; immer aber völlig versteinerungsleer. Obwohl der Syenit in dem Ur- und Uebergangsgebirge häufig sich einstellt, steht er doch an Ausbreitung hinter den vier grossen Formationen beträchtlich zurück.

5. Der Quarzfels.

Der Quarzfels [Quarzit] ist in seiner ausgezeichnetsten Form ein einfaches Quarzgestein von krystallinisch-körniger Beschaffenheit, das aber auch ins Dichte von grobsplitterigem Bruche sich verläuft und vorherrschend weisse Farben zeigt, aus denen Uebergänge ins Graue und Rothe stattfinden.

Der Hauptmasse mengt sich häufig Glimmer ein und verleiht dem Gesteine eine schieferige Struktur [Quarzschiefer]. Durch Beimengung von Feldspath erlangt der Quarzfels ein porphyrartiges Ansehen. Ausserdem umschliesst er noch bisweilen Bergkrystall [dunkel gefärbt und einzeln zerstreut in der Hauptmasse], Karniol, Hornblende, Pistazit, Granat, Schwefelkies, Magneteisenerz, Rutil, Gold. Nach Hausmann zeigt der körnige Quarzfels von Idre in Schweden Pflanzenabdrücke.

Die körnigen Abänderungen haben häufig keine ausgebildete Schichtung; die dichten sind aber gewöhnlich deutlich geschichtet und die schieferigen liefern sogar bisweilen sehr dünne Platten. Uebrigens ist das Gestein häufig vielfach zerklüftet, oder in eckige Stücke zertheilt, so dass es einem Trümmergesteine oder Konglomerate, oder bei Verkleinerung der Zusammensetzungsstücke einem Sandsteine ohne Bindemittel gleicht, mitunter sogar in losen Sand zerfällt.

Die häufigsten Uebergänge erfolgen durch Aufnahme von Glimmer in den Glimmerschiefer; mengt sich zugleich Feldspath ein, so geht der Quarzfels, jedoch seltener, in Gneiss und Granit über. Sein Uebergang in Sandstein ist schon erwähnt, ebenso verläuft er in körnige Grauwacke und nach einer andern Richtung hin in Kieselschiefer.

Der Quarzfels gehört hauptsächlich dem Urgebirge, insbesondere dem Glimmerschiefer und anderen Urschiefern an, wo er theils in Lagern vorkommt, theils in mächtigen steilen Felsen und Gebirgskämmen, die mitunter zu einigen hundert und selbst tausend Fuss Höhe aufsteigen, über das umgebende Gebirge sich erhebt, und sich schon von Ferne durch seine weisse Färbung, schroffen Zacken und prallligen Wände auszeichnet. Auch in den Uebergangs- und Flötzformationen stellt er sich ein, doch weit seltener. Wo er sich in Fels-

mauern über das ihm unterliegende Gebirge emporhebt, ist er in letzterem durch quarzreiche Schichten und kleinere Quarzausscheidungen bereits vorgebildet. Der Quarzfels ist ein Gestein, das der Verwitterung fast ganz unzugänglich ist.

Der Quarzfels kommt in vielen Gegenden vor; von besonderer Merkwürdigkeit ist sein Auftreten im bayerisch-böhmischen Waldgebirge, das wir hier nach HOCHSTETTER's* Angabe schildern wollen. „Ein beinahe fabelhaftes Phänomen, sagt B. COTTA, durchzieht dieses Gebirge, d. i. der sogenannte Pfahl [*vallum*] im bayerischen Wald.** Von der Grenze von Oberösterreich, von Klafterstrass am Dreisesselberg bis über den Regen hinaus in die Gegend von Schwarzenfeld, zieht sich durch Bayern hindurch 30 Stunden weit ein ungeheures Quarzfelslager ununterbrochen fort, und bildet vermöge des Widerstandes, den es der Verwitterung entgegensetzt, hervorragende schroffe Felsmauern. Da wo es bayerischerseits aufhört, beginnt aber nun böhmischerseits jenseits des Gebirges sein Gegenflügel und zieht sich in derselben Weise als Felsmauer hervorragend am Fuss des Gebirges hin fort auf der Grenze von Gneiss und Hornblendegesteinen 15 Stunden weit von Vollmann bei Fürth an der bayerischen Grenze bis nördlich von Tachau. Nach kurzer Unterbrechung beginnt die Quarzfelsmauer zum dritten Mal bei Altwasser unweit Königswart zwischen dem Böhmerwald und dem Karlsbader Gebirge, und zieht weitere 12 Stunden fort an der Hauptstrasse über Sandau, Franzensbad, Haslau bis Asch an die sächsische Grenze zwischen Fichtelgebirge und Erzgebirge, überall das vortrefflichste Strassenbeschotterungs-Material liefernd. Auf dieser letzten Erstreckung aber durchsetzt der Quarz in gleicher Weise Granit, Gneiss, Glimmerschiefer — ein wahrer Probirstein für geologische Theorien."

Als solcher Probirstein hat sich auch in der That der Quarzfels bewährt. Es haben nämlich früherhin einige eifrige Vulkanisten — so unglaublich es auch klingen mag — den Quarzfels ebenfalls als ein Erzeugniss auf feurigem Wege ausgeben, ja sogar seinen früheren lavaartigen Fluss ihm noch jetzt ansehen wollen. Weil jedoch eine solche monströse Behauptung durch gar keine Analogie bei jetzigen vulkanischen Ergiessungen unterstützt wird, im Gegentheil die Erfahrung gelehrt hat, dass Quarzauscheidungen aus feurigen Strömen der Vulkane oder der Hohöfen gar niemals erfolgt sind und niemals erfolgen können — anderer gewichtigen Gründe nicht zu gedenken — so haben

---

* Beilage zu No. 247 der allgem. augsb. Zeitung von 1855.

** Vom Pfahl macht GÜMBEL [Regensb. Korrespondenz-Blatt, 1854, S. 8] bemerklich, dass gleiches oder ähnliches Nebengestein ihn auf seiner ganzen Längenerstreckung begleitet und dass er niemals quer durch die benachbarten Schiefer bricht, sondern genau die Streichungslinie einhält. — Diese Regelmässigkeit des Auftretens wäre an und für sich schon völlig ausreichend gewesen, um die Vulkanisten von der Vorstellung abzubringen, dass der Quarzfels im feurigen Flusse durch Gneiss und Glimmerschiefer sich hindurch gebohrt habe; es liegt nicht in der Natur von Lavaströmen, dass sie ihre Durchbrüche nach der Streichungslinie ihrer Decke einrichten.

gemässigtere Plutonisten zuletzt selbst nicht umhin gekonnt, auf die feurige Bildung des Quarzfelses Verzicht zu leisten, um ihn, zugleich mit den Quarzgängen, dem neptunischen Gebiete wieder anheim zu geben. Diese Streitfrage ist demnach jetzt erledigt und zwar zu Gunsten des Neptunismus. In den Quarzlagern und insbesondere in den gewaltigen Quarz-Felsmassen, die eine meilenweite Erstreckung bei einer Höhe von einigen hundert und selbst tausend Fuss innerhalb der Urgebirgsdistrikte erreichen, erkennen wir nur das überschüssige Material von Kieselerde, welches zur Bildung der gemengten Urfelsarten nicht mehr in Verwendung kam und daher sich selbstständig ausschied, anfangs als amorphe, steife, gallertartige Masse, die sich in diesem Zustande hoch aufthürmen konnte, bis sie endlich durch den eintretenden Krystallisations-Prozess zur Verfestigung kam.

§. 2. Urschiefer.

Die Urschiefer, wie sie in dem Ur- und Uebergangsgebirge auftreten, bilden eine Mittelgruppe, die weder von der vorhergehenden noch von einigen nachfolgenden sich in irgend einer sichern Weise abgrenzen lässt. Wir stellen hieher den Glimmer-, Thon-, Chlorit- und Talkschiefer, die sich durch ihre schieferige Struktur, gleichartige oder vikarirende Gemengtheile und durch gegenseitige allmählige Uebergänge sowohl untereinander, als auch, wie eben erwähnt, mit andern Gesteinsgruppen verbinden. Durch Glimmer- und Thonschiefer ist einerseits die innigste Verwandtschaft mit den Urgebirgsarten, insbesondere mit dem Gneisse eingeleitet, wie dies schon die Namen Gneissglimmerschiefer und Thonschiefergneiss anzeigen; andererseits geht der Thonschiefer in Grauwackenschiefer über und dieser stellt durch die Grauwacke die nächste Beziehung mit den Sandsteinen her. An manchen Orten sind Chlorit- und Talkschiefer mit dem Hornblendeschiefer durch Uebergänge und Wechsellagerung aufs engste verbunden, so dass hiedurch der Anknüpfungspunkt an die hornblendehaltigen und an die dioritischen Felsarten überhaupt gegeben ist.

6. Der Glimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer ist ein körnig-schieferiges Gemenge von Quarz und Glimmer.

Er unterscheidet sich demnach vom Gneiss und Granit durch den Mangel von Feldspath, der jedoch mitunter auch auftritt und alsdann die Uebergänge zu jenen beiden Gesteinen, hauptsächlich zum Gneisse, herbeiführt. Der Quarz sondert sich häufig in kleinern und grössern Knoten und Ellipsoiden aus, um welche die Glimmerblättchen sich herumwinden. Auch dieser Umstand ist von einigen enthusiastischen Geologen benutzt worden, um die genannten Ellipsoide als Injektionen feurig-flüssigen Quarzes in das starre Glimmerschiefer-Gebirge auszugeben, während sie sich doch höchst einfach als eigenthümliche Gestaltungen des einen Hauptgemengtheiles, des Quarzes, erklären lassen.

Der Quarz nimmt bisweilen so überhand, dass daraus Uebergänge in Quarzgesteine hervorgehen. Durch Beimengung und allmähliges Ueberhandnehmen von Hornblende, Talk, Chlorit, Schörl, Eisenglimmer und Graphit geht das Gestein in Hornblendeschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Schörlschiefer, Eisenglimmerschiefer und Graphitschiefer über. Mengt sich Kalk ein und tritt der Quarz zurück, so entsteht der Kalkglimmerschiefer. Ein sehr entschiedener Uebergang findet vom Glimmerschiefer aus durch Verdichtung und Verfliessung seiner Gemengtheile in Thonschiefer statt.

Sehr häufig ist dem Glimmerschiefer Granat eingemengt, mitunter so reichlich, dass letzterer fast als ein wesentlicher Gemengtheil auftritt. Bemerkenswerthe Vorkommnisse sind ausserdem der Andalusit, Staurolith und Hohlspath [Chiastolith]. Auf Lagern, die überaus häufig in ihm sind, findet sich Gneiss, Quarz, Urkalk, Strahlstein, Hornblendeschiefer und mancherlei Erze, die nebst den Gangvorkommnissen für den Bergbau von grosser Bedeutung sind.

Der Glimmerschiefer hat an der Bildung des Urgebirges einen sehr wesentlichen Antheil und verhält sich in seinen äussern Formen so ziemlich wie der Gneiss. Gleich diesem und gewöhnlich mit ihm verbunden wiederholt er sich im Uebergangsgebirge, doch in sehr untergeordneten Verhältnissen.

Dem Glimmerschiefer wie dem Gneisse kommt deutliche Schichtung zu, was eine Zeitlang in Abrede gestellt wurde, nicht etwa weil neue Beobachtungen das Gegentheil dargethan hatten, sondern weil eine Ableugnung für nothwendig befunden wurde, um mit der vulkanistischen Doktrin nicht in Widerspruch zu gerathen. Noch im Jahre 1823 sprach sich C. v. Leonhard in Uebereinstimmung mit allen Geognosten über die Schichtung des Gneisses und Glimmerschiefers dahin aus: „dem Gneisse steht eine ausgezeichnet deutliche und regelrechte Schichtung zu; der Glimmerschiefer ist ausgezeichnet und deutlich geschichtet." Als jedoch die vulkanistische Anschauungsweise zur Herrschaft gelangte, der es höchst ungelegen kam, dass zur konsequenten Durchführung ihrer Hypothese von der feurig-flüssigen Bildung des Urgebirges die Schichtung des Gneisses und Glimmerschiefers ihr hinderlich im Wege stand, lautete der Ausspruch von Leonhard ganz anders: „Gneiss und Glimmerschiefer", hiess es nun bei ihm, „zeigen schichtenähnliche Phänomene; von eigentlicher Schichtung kann bei solchen Gebilden feurigen Ursprungs nicht die Rede sein." Oder wie er insbesondere vom Glimmerschiefer sich ausdrückt: die Schieferung desselben „stimmt mit der Abtheilung in Lagen, mit dem, was man als Schichtung zu bezeichnen gewohnt ist, stets überein." — Als wollte Jemand sagen, fügt Raumer bei dieser Gelegenheit bei: „die Farbe der Kohle stimmt mit dem, was man als schwarz zu bezeichnen gewohnt ist, stets überein; er sagte so, weil er von einer fixen Idee besessen, mit welcher es nicht übereinstimmt, dass die Kohle wirklich schwarz ist." Die fixe Idee ist in diesem

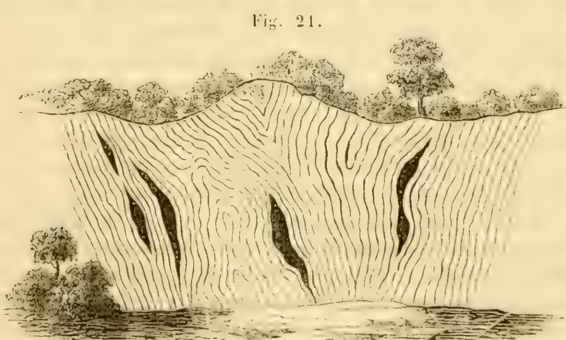
Falle aber die vulkanistische Meinung von der feuerflüssigen Bildung des Gneisses und Glimmerschiefers, zu welcher die Annahme einer Schichtung derselben nicht passt: „eine Ansicht wie diese wäre unverträglich mit den ersten Grundprinzipien der Geognosie."

„Wenn Plutonisten", setzt RAUMER weiter zu, „durch ihre Theorie befangen, die klarsten Thatsachen auf solche Weise entstellen, was werden sie sich nicht erst bei Darstellung und Auslegung nur einigermassen schwieriger Beobachtungsfälle, ihrer Hypothese zu Liebe, erlauben? Wird nicht auf solche Weise alle Zuverlässigkeit geognostischer Beobachtungen untergraben?"

Indess die Macht der Thatsachen war denn doch zu gross, als dass besonnene Plutonisten nicht selbst den maasslosen Ausschreitungen hätten Schranken setzen müssen. So z. B. führen DE LA BECHE und DECHEN den Gneiss und Glimmerschiefer als wahrhaft geschichtete Gebirgsarten auf; ebenso zählt ELIE DE BEAUMONT beide den krystallinischen geschichteten Gesteinen bei. Noch bestimmter äussert sich NAUMANN. „Der Glimmerschiefer hat immer eine sehr ausgezeichnete Schichtung, mit welcher die Parallelstruktur des Gesteins wohl stets übereinstimmt, so dass die Erscheinung der transversalen Schieferung an ihm nicht vorzukommen scheint. — — Der Gneiss ist auch in den meisten Fällen ein deutlich geschichtetes Gestein; nur in den sehr granitähnlichen, sowie in den stengligen Varietäten hat es zuweilen Schwierigkeit, die Schichtung zu erkennen. Die plane Parallelstruktur des Gesteins ist immer vollkommen übereinstimmend mit der Schichtung, und das Vorkommen einer transversalen Schieferung oder Plattung zu den äussersten Seltenheiten zu rechnen."

So wäre denn auch der Schichtung des Gneisses und Glimmerschiefers wieder zu ihrem Rechte verholfen und die Thatsache hat den Sieg über die Doktrin errungen. Bemerklich ist noch zu machen, dass beim Glimmerschiefer häufig die Schichten mannigfaltig gewunden sich zeigen, wie solches Beispiel Fig. 21 darstellt.

Fig. 21.



Als die vulkanistischen Anschauungen zur Herrschaft gelangten, nahmen ferner die meisten Stimmführer mit LEONHARD an, dass man sich die Bildungsweise des Gneisses und Glimmerschiefers nicht anders als auf feurig-flüssigem Wege denken könne; beide waren demnach Schmelzprodukte, Laven. Bei reiferer Ueberlegung ergaben sich aber doch erhebliche Bedenklichkeiten gegen eine solche Voraussetzung und um diese zu umgehen, verfiel die Mehrzahl auf die Annahme eines

Metamorphismus, während Naumann sich einer bestimmten Erklärung dadurch zu entziehen suchte, dass er Gneiss und Glimmerschiefer in die Rubrik seiner kryptogenen Gesteine, d. h. derer von zweifelhafter Entstehung versetzte.

Es erklärt nämlich Naumann allerdings gewisse Gneisse für pyrogener Entstehung, dagegen giebt er zu, dass andere Gneisse unter so eigenthümlichen Verhältnissen zwischen manchen andern Gesteinen von räthselhafter Natur auftreten, dass man Bedenken tragen müsse, sie schon jetzt, und vor Beibringung entscheidender Beweise, für pyrogene Gebilde zu erklären. „Lassen sie sich daher nicht als metamorphische Gesteine interpretiren, was wohl in manchen Fällen gestattet ist, so bleibt uns einstweilen nichts Anderes übrig, als sie für Gesteine von zweifelhafter Entstehung oder für kryptogene Gesteine anzusprechen. Es ist nämlich unläugbar, dass wir uns über die eigentliche Genesis vieler Gesteine noch in völliger Ungewissheit befinden, und es dürfte zweckmässiger sein, in solchen Fällen das Geständniss unserer Unwissenheit abzulegen, als durch vorzeitige Hypothesen die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse zu verhüllen."

Eben so schwierig hält es Naumann sich über die Entstehung des Glimmerschiefers eine Ansicht zu bilden. „Während einerseits seine häufigen Uebergänge in Gneiss zu der Vermuthung berechtigen, dass wenigstens mancher Glimmerschiefer eine pyrogene Bildung sei, so scheint der in vielen Glimmerschiefern so vorwaltende Quarzgehalt diese Vermuthung zurückzuweisen. Denn allerdings will es uns etwas gewagt bedünken, für ein so quarzreiches, für ein so häufig in mächtige Quarzablagerungen übergehendes Gestein eine pyrogene Entstehungsweise anzunehmen, weil die Voraussetzung so grosser Massen von feurigflüssiger Kieselerde durch gar keine Analogie in dem Gebiete der unzweifelhaft pyrogenen Gesteine unterstützt wird."

Dies ist die Sprache des aufrichtigen Naturforschers, der sich nicht durch Verrennung in unhaltbare Hypothesen den Weg der Forschung, auf welchem man zum Verständnisse gelangen kann, selbst versperren will. Was die von Naumann hier vorgebrachten Bedenklichkeiten gegen die feurige Bildung des Glimmerschiefers anbelangt, so theilen wir sie nicht blos mit ihm, sondern legen ihnen eine noch höhere Bedeutung bei, wovon Weiteres nachher folgen wird.

Indess die Meinung vom feurigen Ursprunge beider Gebirgsarten wird gegenwärtig nur noch von wenigen Vulkanisten festgehalten; fast alle Plutonisten bekennen sich zur Lehre vom Metamorphismus. Bei ihrem ersten Auftauchen trat auch diese gleich über alle Grenzen aus, indem sie vermittelst feuriger Einwirkungen sogar die Umwandlung von Elementarstoffen ineinander für möglich hielt, wogegen jedoch die Chemiker, namentlich Berzelius, einen so entschiedenen Widerspruch einlegten, dass man, um nicht weiter mit diesen in Konflikt zu kommen, zu bedeutenden Beschränkungen sich bequemen musste. Wie die Lehre vom Metamorphismus jetzt steht, wird angenommen, dass Gneiss, Glimmerschiefer und andere verwandte Schiefer unter dem

Einflusse hoher Temperatur aus der Umwandlung sogenannter Sedimentgesteine, zunächst des Grauwackenschiefers und der Grauwacke, hervorgegangen sind. Die Beweisführung stützt sich hauptsächlich darauf, dass man in vielen Gegenden die allmähligen Uebergänge von Gneiss durch Glimmer und Thonschiefer in den Grauwackenschiefer darlegen könne, wodurch diese Gesteine in eine so enge Verbindung gebracht würden, dass man für alle die gleiche ursprüngliche Bildungsweise annehmen müsse. So weit sind wir mit den Metamorphisten einverstanden, aber nicht weiter. Wenn sie nämlich nun die Mitwirkung des Feuers in Anspruch nehmen, um durch Umwandlung des hypothetisch vorausgesetzten Ur-Sedimentgesteines die krystallinischen Bildungen des Gneisses, Glimmerschiefers, Thonschiefers und anderer Urschiefer daraus hervorgehen zu lassen, so greifen sie zu einer Annahme, die durch keine einzige Erfahrung unterstützt wird. Wenn wir dagegen aus dem durch Mittelglieder eingeleiteten Uebergange des Gneisses in Grauwacke gleichfalls die gleichartige Bildungsweise aller dieser Gesteine folgern, so haben wir jedenfalls an dem offenkundigen Bildungsakte der Grauwacke einen gesicherteren Anhaltspunkt als die Metamorphisten mit ihrem fingirten „Muttergesteine", und dieser Anhaltspunkt besteht für uns in der Fülle aufs beste erhaltener organischer Ueberreste in der Grauwacke, die nur bei der Entstehung auf nassem Wege sich konserviren konnten.

Was sonst noch gegen den Metamorphismus im Allgemeinen zu sagen ist, darüber kann auf unsere früheren Erörterungen verwiesen werden. Hier mag nur noch daran erinnert werden, dass auch Naumann denselben nicht anerkennt, sondern zur Annahme sich versteht, dass die geschichteten krystallinischen Silikatgesteine gleich ursprünglich so gebildet und abgelagert worden sind, wie sie gegenwärtig vor uns erscheinen. „Sind wir auch noch nicht im Stande, die Modalität ihres Bildungsprozesses zu begreifen, so können wir uns mit den Anhängern des Ultrametamorphismus trösten, denen es in dieser Hinsicht nicht besser ergeht. Am Ende würde es vielleicht gleichgültig sein, ob wir einen räthselhaften Umbildungsprozess oder einen räthselhaften Urbildungsprozess voraussetzen wollen; wenn aber einmal zwischen beiden Räthseln gewählt werden soll, so werden wir uns wohl lieber zu der Anerkennung des letzteren verstehen, welches wenigstens mit dem Thatbestande der Erscheinungen im Einklange ist."

Bis zu diesem Punkte können wir mit Naumann gehen, von nun aber laufen unsere Wege in zwei entgegengesetzten Richtungen auseinander: er sieht nämlich die primitiven Formationen für die ursprüngliche, aus feuerflüssigem Zustande hervorgegangene Erstarrungskruste unsers Planeten an, wir dagegen für die ältesten Gebilde neptunischer Thätigkeit. Konnten wir uns schon für den Granit nicht zur Annahme einer pyrogenen Entstehung desselben bequemen, so ist dies noch weniger für den Gneiss und Glimmerschiefer der Fall, insbesondere für den letzteren, in welchem der Quarz in so gewaltigen Massen auftritt und der ausserdem mit dem Thonschiefer des Uebergangsge-

birges in so inniger Verbindung sich findet, dass ihn eine konsequente Schlussfolgerung nur für gleichartiger, d. h. neptunischer Bildung mit letzterem erklären kann. Was NAUMANN nur für gewisse Gneisse und Glimmerschiefer zulassen will, dehnen wir auf das ganze Gebiet beider Gebirgsarten aus.

7. Der Thonschiefer.

Der Thonschiefer ist ein scheinbar einfaches Gestein von ausgezeichnetem schiefrigen Gefüge.

Obwohl scheinbar einfach, ist er doch gleichfalls eine gemengte Gebirgsart, deren wesentliche Gemengtheile Quarz und Glimmer sind, aber in so feiner Vermengung, dass sie dem freien Auge nicht mehr unterscheidbar sind. Treten sie mehr aus einander, so erfolgen allmählige Uebergänge in den Glimmerschiefer, der nur als ein mehr krystallinisch ausgebildeter Thonschiefer, wie umgekehrt der letztere als ein dichtgewordener Glimmerschiefer anzusehen ist. Feine Partikeln von Chlorit, Feldspath oder Hornblende sind ihm auch bisweilen beigemengt.

Der Thonschiefer hat eine sehr verschiedene Färbung, lichtgrau, grünlich, roth, blau, schwärzlich. Am häufigsten ist sie grünlichgrau und bläulichgrau; ersteres verläuft sich ins Berggrüne, letzteres in Schieferblau und Bläulichschwarz. Mitunter kommen auch bunte Farben vor. Auf dem Strich ist der Thonschiefer lichtgrau und matt. Auf den Spaltungsflächen ist er schimmernd bis glänzend und zeigt auf ihnen häufig eine feine Streifung. Das Gefüge ist ausgezeichnet schieferig; die Härte gering, dabei ist er undurchsichtig.

Die Schichtung ist in grösster Auszeichnung vorhanden und nicht blos deshalb, sondern hauptsächlich weil keine doktrinellen Voraussetzungen im Wege standen, auch allgemein anerkannt. Die Schichten haben in der Regel eine steile Stellung, sind von verschiedener Mächtigkeit, bald ebenflächig wie beim Dach- und Tafelschiefer, welche Platten zum Dachdecken, so wie Tisch- und Schreibetafeln liefern, bald wellenförmig gebogen, mitunter aber eben so zackig und bogig in der mannigfaltigsten Weise wie beim Glimmerschiefer gewunden. Die Schieferung hält gleiche Richtung mit der Schichtung ein, doch findet sich auch nicht selten, zumal bei jüngeren Thonschiefern, eine transversale Schieferung. Stellt sich eine griffelförmige Absonderung bei grosser Feinheit und Härte der Masse ein, so bildet sich der Griffelschiefer, der zu Schieferstiften verwendet wird.

Die häufigsten Uebergänge des Thonschiefers sind die in Glimmerschiefer und Grauwackenschiefer, zwischen welchen beiden er eingelagert ist. Die Uebergänge erfolgen so allmählig, dass diese drei Gebirgsarten nur als Glieder einer fortlaufenden Entwickelungsreihe zu betrachten sind. Andere Uebergänge erfolgen in Chlorit-, Talk-, Grünstein-, Hornblende-, Graphit- und Quarzitschiefer, zuweilen auch in

Gneiss; der Uebergänge durch Vermittelung des Hornfelses in Granit und Syenit ist schon gedacht worden.

Mancherlei Gesteine und Erze sind im Thonschiefer theils als Lager, theils in Gängen eingeschlossen. Bemerkenswerth ist das in manchen Gegenden häufige Vorkommen von Hohlspath [Chiastolith], woraus der Chiastolithschiefer entsteht, z. B. bei Gefrees im Fichtelgebirge. Durch fein eingemengten Quarz wird der Thonschiefer härter und dadurch brauchbar zu Wetzsteinen. Kohlige Abänderungen, zugleich mit feinerdiger weicher Masse werden als Zeichenschiefer zur sogenannten schwarzen Kreide benutzt. Noch reicher an Kohlenstoff ist der Alaunschiefer, der als untergeordnetes Lager im Thonschiefer auftritt und gleich dem Zeichenschiefer, von dem er sich durch grössere Härte, Glanz und Mangel des Abfärbens unterscheidet, schwarz ist. Vom Thonschiefer lässt sich der Alaunschiefer durch seinen schwarzen glänzenden Strich unterscheiden. Wegen seines reichlichen Gehaltes an Eisenkies wird er zur Gewinnung von Alaun und Vitriol benutzt. Der Thonschiefer macht eine weit verbreitete Gebirgsart aus und verhält sich in seinen äussern Formen wie der Glimmerschiefer.

Nach seinem Alter unterscheidet man Ur- und Uebergangs-Thonschiefer; jener in Verbindung mit andern Urgebirgsarten und versteinerungsfrei, dieser im Zusammenhange mit Uebergangsbildungen und Versteinerungen führend; nach petrographischen Merkmalen lässt sich zwischen beiden keine scharfe Grenze ziehen.

Eben deshalb ist aber auch der Thonschiefer eine Felsart, welche dem Vulkanismus grosse Verlegenheiten bereitet. Einerseits steht er in den innigsten Verwandtschafts- und Lagerungsbeziehungen zu den granitischen Gesteinen und sollte daher mit diesen den pyrogenen Ursprung theilen. Anderntheils verfliesst er mit dem Grauwackenschiefer in unzertrennlicher Weise und führt zugleich eine Menge von Versteinerungen, so dass für solchen Thonschiefer die neptunische Entstehung gar nicht geläugnet werden kann. Der Versuch, vermittelst des Metamorphismus aus dieser Klemme zu kommen, ist auch nicht gelungen, denn er führt in neue Verwicklungen, die gar nicht zu lösen sind. Aller dieser Verlegenheiten und Widersprüche ist der Neptunismus überhoben, denn für ihn hat jeder Thonschiefer, sei er aus der Ur- oder Uebergangsperiode, einen ganz gleichartigen Ursprung.

8. Der Chloritschiefer.

Der Chloritschiefer besteht wesentlich aus Chlorit im schieferigen, meist wellenförmigen Gefüge.

Der Chlorit gehört zu den thonerdehaltigen Silikaten, ist von lauchgrüner bis schwärzlichgrüner Farbe, feinerdigem oder feinschuppig-blätterigem Bruche, lichtgrünem Striche, undurchsichtig, weich und fühlt sich ein wenig fettig an.

Mitunter ist dem Chlorit Quarz oder Feldspath beigemengt, wodurch er zuweilen ein gneissähnliches Ansehen erlangt; nicht selten

treten auch Glimmer und Talk als Gemengtheile auf. Andere Einmengungen sind Magneteisenstein, Granit, Strahlstein, Turmalin, Hornblende, Kupferkies, Eisenkies u. s. w.

Der Chloritschiefer zeigt immer eine deutliche Schichtung und bildet allmählige Uebergänge in Glimmerschiefer, Thonschiefer, Hornblendeschiefer, Talk- und Serpentinschiefer. Er kommt im Urgebirge theils in untergeordneten Lagern vor, theils tritt er in selbigem als besondere Gebirgsart auf, und obwohl er in manchen Gebirgen eine grosse Entwickelung gewinnt, gehört er im Allgemeinen doch zu den minder verbreiteten Felsarten. Bei seiner engen Verknüpfung mit Glimmer- und Thonschiefer kann seine Entstehungsweise nicht zweifelhaft sein.

9. Der Talkschiefer.

Der Talkschiefer besteht wesentlich aus Talk im schieferigen und zwar meist krummschieferigen Gefüge.

Der Talk ist ein thonerdefreies Silikat, aus 70 Prozent Kieselerde und 30 Prozent Talkerde [Bittererde] bestehend; er ist gewöhnlich grünlichgrau, das sich nur selten ins Oelgrüne, häufiger ins Grünlich- und Gelblichweisse verläuft, von perlmutterartigem oder fettigem Glanze, an den Kanten durchscheinend, weich, fühlt sich milde und fettig an.

Der Talkschiefer ist entweder frei von Beimengungen, oder er nimmt solche auf, insbesondere Quarz, Feldspath, Glimmer, ausserdem noch Strahlstein, Asbest, Chlorit, Granat, Magneteisenstein, Schwefelkies.

Er ist immer deutlich geschichtet, die Schichten öfters auffallend zikzakförmig gebogen, und zeigt unmerkliche Uebergänge in Chlorit-, Thon- und selbst Glimmerschiefer. Gleich dem Chloritschiefer kommt er im Urgebirge theils in untergeordneten Lagern vor, theils setzt er ganze Berge zusammen, und gehört wie jener zu den minder verbreiteten Felsarten.

Anhangsweise gedenken wir noch als Glieder der Urschiefer-Formation des Itakolumits und Eisenglimmerschiefers, jener aus Quarz mit Talk und Chlorit, dieser aus Quarz mit Eisenglimmer bestehend. Beide, zumal aber der erste, sind besonders in Brasilien mächtig entwickelt und goldführend, der Itakolumit ist überdies daselbst die ursprüngliche Lagerstätte der Diamanten. — Auch der Topasfels, der nur vom Schneckenstein im Voigtlande bekannt ist, kann hier angeschlossen werden; er besteht aus Quarz, Topas und Turmalin, die im körnig-schieferigen Gefüge verbunden sind.

§. 3. Dioritische Felsarten.

Als der eigentliche Mittelpunkt der mannigfaltigen Gesteine, welche dieser Gruppe angehören, sind diejenigen zu betrachten, die ein Gemenge von Feldspath und Hornblende oder von Feldspath und Augit ausmachen, wobei der Feldspath zurückgedrängt und die bei-

den andern Gemengtheile vorherrschend sind, so dass die Masse eine aus dem Grünen ins Schwarze verlaufende Farbe zeigt. Verdrängt die Hornblende oder der Augit den andern Gemengtheil ganz, so entstehen rein hornblendige oder augitische Gesteine; umgekehrt kann der feldspathige Gemengtheil, insbesondere wenn er Labrador ist, den andern bis zum Verschwinden bringen, wie dies beim eigentlichen Melaphyr der Fall ist. Durch die augitischen Gesteine verknüpft sich diese Gruppe enger mit den basaltischen Gebilden, wie sie sich andererseits durch die hornblendehaltigen an die granitischen Felsarten und Urschiefer innig anschliesst. Wird in einem Labradorgesteine der eigentliche Augit durch andere Glieder der Pyroxenreihe, nämlich durch Bronzit, Paulit oder Smaragdit ersetzt, so wandelt sich das Gestein in Gabbro, Paulitfels und Omphazit um, von denen aus wieder allmählige Uebergänge in Schillerfels und Serpentin erfolgen, also in einfache Gesteine, die zuletzt weder Feldspath, noch Hornblende oder Augit führen, oder solche doch nur als ausserwesentliche Einmengungen aufzeigen.

Man hat alle dioritischen Felsarten als eruptive Bildungen betrachten wollen. Von einer solchen Meinung hätte schon der Umstand abhalten sollen, dass die mannigfaltigsten Abänderungen dieser Gruppe oft auf mässigem Raume nebeneinander, und durch die innigsten Uebergänge unter sich verbunden, zugleich auftreten. Wie wäre es möglich, dass von einem und demselben vulkanischen Herde, in welchem die feuerflüssige Masse nach ihrer ganzen Ausdehnung gleichartig ist, so ungleichartige und doch auch wieder in engster Verbindung miteinander stehende Gesteine hätten ausgehen sollen!

Wir zählen zu dieser Gruppe die eigentlichen Grünsteine, die Schillergrünsteine, Serpentinite und Basaltite.

a. Grünsteine.

Unter dem Namen der Grünsteine wird eine Gruppe von Gesteinen begriffen, bei welchen Feldspath [in seinen verschiedenen Abarten] mit Hornblende oder mit Augit im körnigen, seltner schieferigen Gefüge gemengt ist und wobei Hornblende oder Augit den vorwaltenden Bestandtheil ausmacht und dem Gesteine eine aus dem Grünen bis ins Schwarze verlaufende Farbe giebt.

Es gehört hieher eine grosse Reihe von Gesteinen, deren mineralogischer und chemischer Charakter noch nicht durchgängig ins gehörige Licht gesetzt ist, was hauptsächlich von denjenigen Abänderungen gilt, bei welchen das Gefüge so feinkörnig und fast dicht wird, dass ihre Gemengtheile schwer oder gar nicht mehr unterscheidbar sind, mithin alsdann es schwierig wird, mit Sicherheit zu bestimmen, mit welcher Art von Feldspathen und ob mit Augit oder Hornblende man es zu thun habe. * So viel man aber auch mit Recht

* Die genaueren Bestimmungen der Natur der Gemengtheile, aus welchen die Grünsteine bestehen, sind noch lange nicht zum Abschlusse gelangt, selbst nicht einmal

gegen die allgemeine Benennung Grünstein wegen ihrer Zweideutigkeit einwenden kann, so ist sie zur Zeit doch bei solchen Gesteinen, deren oryktognostische Zusammensetzung noch nicht genau ermittelt ist, nicht zu umgehen, um wenigstens die Gruppe, zu der sie gehören, anzudeuten. Die frühere Bezeichnung als Trappgesteine war eine noch allgemeinere, indem sie nebst den Grünsteinen auch die sämmtlichen basaltischen Gesteine mit einbegriff, welche letztere hier ganz ausgeschlossen bleiben und als besondere Gruppe behandelt werden.

Zunächst hat man unter den Grünsteinen zwei Reihen zu unterscheiden, nämlich die hornblendigen und die augitischen Grünsteine; auf jene hat man jetzt den Namen der Diorite, der sonst alle diese Gesteine umfasste, auf diese den der Diabase, der ehemals identisch mit Diorit genommen wurde, beschränkt. Beiderlei Reihen gehen mannigfaltig ineinander über, während hinsichtlich der anderweitigen Uebergänge die hornblendigen Grünsteine zunächst an die granitischen Gesteine sich anschliessen, die augitischen dagegen in die nächsten Beziehungen zu den basaltischen Gebilden treten. Beide Reihen sind hauptsächlich im Ur- und Uebergangsgebirge entwickelt.

†) Hornblendige Grünsteine.

Sie bestehen aus Hornblende und Feldspath, wobei erstere überwiegend wird, bisweilen in dem Grade, dass sie den andern Gemengtheil fast oder ganz ausschliesst.

10. Der Diorit.

Wir unterscheiden 2 Hauptvarietäten: das Hornblendegestein und den eigentlichen Diorit.

a) Das Hornblendegestein [Amphibolit] besteht fast blos aus Hornblende, doch ist bisweilen Albit, Quarz und Glimmer beigemengt, und hat eine grünlichschwarze Farbe. Ist das Gefüge körnig, so bezeichnet man es als körniges Hornblendegestein; wird es sehr feinkörnig und nimmt dabei ein schieferiges Gefüge an, so bildet sich der Hornblendeschiefer, der deutlich geschichtet ist. Granat, Pistazit, Schwefelkies, Magneteisenerz sind oft eingesprengt. Das Hornblendegestein kommt sehr häufig im Gneiss und Glimmerschiefer, auch im Thonschiefer vor, in welche, so wie in Syenit, es allmählige Uebergänge entwickelt. Im Fichtelgebirge, Erzgebirge, Böhmen, in den Alpen, in Schweden, Norwegen u. s. w. — Wird die Hornblende durch den ihr sehr nahe stehenden Strahlstein ersetzt, so entsteht der Strahlsteinschiefer, z. B. im Erzgebirge, in den Alpen, Schottland, Nordamerika.

b) Der Diorit oder der gewöhnliche hornblendige Grünstein ist ein körniges Gemenge von dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende

---

in Bezug auf die Arten der Feldspathe, die hier auftreten, noch weniger aber hinsichtlich der andern Gemengtheile. Selbst aus neuerer Zeit liegen hierüber einander widersprechende Angaben vor.

und weissem Feldspath; letzterer wird als Albit oder Oligoklas erklärt. Nicht selten ist Quarz und Glimmer eingemengt; ebenso Pistazit, Magneteisenerz, Schwefelkies und Titanit. Das Gefüge ist körnig in verschiedenem Grade; aus dem Feinkörnigen geht es ins Dichte über und solche dichte Abänderungen haben den Namen Aphanit erhalten, womit jedoch auch die dichten Varietäten der augitischen Grünsteine bezeichnet werden. Bildet sich eine schieferige Struktur aus, so entsteht der Dioritschiefer; auf Korsika kommt ein dioritartiges Gestein mit ausgezeichneter sphäroidischer Struktur vor, der Kugeldiorit. Wenn in einer aphanitischen Grundmasse von grünlich- und schwärzlichgrauer oder grünlich- und graulichweisser Farbe und unebenem feinsplitterigen Bruch, Krystalle von Albit und Hornblende eingewachsen sind, so wird das Gestein als Dioritporphyr bezeichnet.

Der Diorit mit seinen Abänderungen zeigt gewöhnlich nur eine massige Absonderung, doch entwickelt er auch eine mehr oder minder deutliche Schichtung, dagegen scheint eine säulenförmige oder sphäroidische Absonderung selten sich einzustellen. Uebergänge aus dem Diorit in körnige oder schieferige Hornblendegesteine sind so häufig und so innig, dass sich beide Gesteine alsdann nicht mehr unterscheiden lassen.*

Dieses Gestein tritt weniger als selbstständiges Gebirge, sondern mehr in Lagern und Gängen auf, besonders häufig erscheint es in Lagern im Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer. Obwohl an vielen Orten vorkommend sind doch im Allgemeinen die hornblendigen Grünsteine minder verbreitet als die augitischen; ihre grösste Verbreitung haben sie im Uralgebirge.

††) Augitische Grünsteine.

Sie bestehen aus Augit und Feldspath; letzterer ist Labrador oder Oligoklas. Häufig mengt sich in kleinen Partikeln ein chloritartiges Mineral ein, zuweilen auch Kalkspath und Braunspath. Quarz fehlt als Gemengtheil ganz, doch kommt er zuweilen in kleinen Nestern vor. Die augitischen Grünsteine treten in ähnlichen Lagerungs-

---

* Höchst lehrreich sind die mannigfaltigen Uebergänge des niederungarischen Diorites, wie wir sie aus den Schilderungen von Wilh. Fuchs [Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten S. 44] kennen gelernt haben. Ein blassgrüner Grünstein entwickelt hier aus seiner scheinbar homogenen Masse weissliche und dunklere Flecken, die, hier und dort bestimmtere Krystallformen annehmend, als Feldspath und Hornblende sich erkennen lassen. Indem das Gestein allmählig krystallinischer wird, wandelt es sich nach einer Richtung hin in vollkommenen Syenit um, während nach einer andern sich aus ihm die Basalte des Kalvarienbergs mit Olivinausscheidung entwickeln, aus denen weiterhin ein seltsames Mittelding vom Syenit und Grünsteine sich heranbildet. Wie aber ausgezeichneter Syenit in unmerklichen Uebergängen in eben so ausgezeichneten Aphanit und Grünporphyr verläuft, eben so oft geht er in dichte Feldsteinmassen als in mancherlei Trachytbildungen über, wie Letzteres sehr bestimmt auch vom Diorit aus erfolgt. Das ganze Kremnitzer Trapp- [Grünstein-] Gebirge ist ein Goldgebirge.

verhältnissen auf als die hornblendigen, zeigen aber eine grössere Verbreitung und eine grössere Reihe von Abänderungen. Im Fichtelgebirge kommen sehr ausgezeichnete augitische Grünsteine in mannigfaltigen Varietäten vor.

11. Der Diabas.

Entweder als einfaches Gestein: Augitfels, oder als gemengtes: der eigentliche Diabas.

a) Der Augitfels [Lherzolith]. Wie die Hornblende als Hornblendegestein eine einfache Felsart bildet, so der Augit im Augitfels. Er hat ein grobkörniges bis dichtes Gefüge und erscheint in nicht bedeutenden Ablagerungen im Kalksteine der Pyrenäen.

b) Der Diabas oder der gewöhnliche augitische Grünstein ist das am weitesten verbreitete Gestein aus der ganzen Gruppe, mit welchem häufig der hornblendige Grünstein unter dem allgemeinen Namen Grünstein oder Diorit konfundirt wird. Der eigentliche augitische Grünstein [Diabas] ist aber ein krystallinisch körniges Gemenge von Labrador oder Oligoklas mit Augit und Chlorit. Der feldspathige Gemengtheil ist gewöhnlich überwiegend, und weisslich, hellgrau oder grünlich; der Augit ist grün, braun oder schwarz, und der Chlorit scheidet sich seltner in kleinen Partikeln aus, sondern durchdringt mehr das Gestein und verleiht ihm hauptsächlich die grüne Färbung. Oefters ist dasselbe auch von kohlensaurem Kalk durchdrungen, was durch das Aufbrausen mit Säuren sich kund giebt.

Das Gefüge ist körnig in verschiedenem Grade und das Gestein hat eine grosse Festigkeit, ist scharfkantig, äusserst schwer zersprengbar und enthält meist fein eingesprengten Schwefelkies. Das Feinkörnige geht häufig ins Dichte über, und solche Gesteine werden wie die gleichartigen der vorigen Gruppe mit dem Namen dichter Grünstein oder Aphanit bezeichnet, was insofern vor der Hand für zulässig erklärt werden kann, da man in der Regel nicht weiss, ob Augit oder Hornblende eingemengt ist, wenn man nicht durch Uebergänge in körnige Gesteine sich hierüber orientiren kann.

In der Regel tritt der Diabas ohne alle Schichtung als ein massiges Gestein auf mit unregelmässiger Zerklüftung; häufig jedoch erscheint bei ihm eine säulenförmige oder kuglige, konzentrisch schalige, mitunter auch plattenförmige Absonderung. Die Kugeln bestehen aus konzentrischen Schalen, die sich um einen nussgrossen Kern abgelagert haben; derartige Grünsteine werden Kugelgrünsteine [auch Variolite] genannt.

Aus den feinkörnigen und dichten Diabasgesteinen entwickeln sich, z. B. im Voigtlande und Oberfranken, Diabasschiefer, indem durch Ueberhandnehmen des Chlorits die Masse ein schieferiges Gefüge und damit auch eine mehr oder weniger deutliche Schichtung erlangt; zugleich wird sie weicher und leichter zersprengbar. Das Bemerkenswertheste an diesen Schiefern ist ihr häufiger Uebergang in Thon- oder Grauwackenschiefer.

Eine andere Abänderung entsteht, wenn in der feinkörnigen und dichten Diabas-Grundmasse sich Krystalle von basaltischem Augit und von Labrador oder Oligoklas porphyrartig ausscheiden; dies ist der Diabasporphyr, der gewöhnlich mit den andern augitischen Grünsteinen auftritt, aus welchen er sich heraus entwickelt. Beim Vorwiegen der Augitkrystalle führt ein solches Gestein den Namen Augitporphyr. Am Ural, aber auch in andern Gegenden, tritt manchmal statt des Augits der Uralit ein, eine Art Hornblende, die jedoch in der Krystallform des Augits erscheint. Es ist dies ein beachtenswerther Umstand, da er am deutlichsten das genaue Verwandtschaftsverhältniss zwischen Augit und Hornblende nachweist.

Nicht selten kommen in der aphanitischen Grundmasse runde Körner von Kalkspath vor, gewöhnlich von Hirsekorn- bis Erbsengrösse und manchmal in grosser Häufigkeit, wodurch ein eigenthümliches Gestein, der Blatterstein [Kalkdiabas] entsteht. Mitunter wird dasselbe mandelsteinartig, indem seine Oberfläche blasig ist, was man dem Ausfallen der Kalkkörner zuschreibt. Gewöhnlich ist er wie der eigentliche Diabas ein massiges Gestein mit ähnlichen Absonderungen; zuweilen aber nimmt er eine schieferige Struktur an und erlangt dann eine Anlage zur Schichtung, wodurch er in Schalstein übergeht.

Mit dem Namen Schalstein bezeichnet man im Nassauischen, am Harz und einigen andern Orten eigenthümliche Gesteine von aphanitischer Grundmasse, die sehr viel kohlensauren Kalk enthalten, indem sie theils von ihm durchdrungen, theils mit Körnern und Adern desselben gemengt sind, ein schieferiges Gefüge haben und immer geschichtet sind, oft von grosser Deutlichkeit. Diese beschränkte, lokale, vom Diabas, in den sie übergeht, abhängige Bildung ist in geologischer Beziehung sehr lehrreich, indem sie durch ihre deutliche Schichtung, ihre Uebergänge in Thonschiefer, durch mitunter auftretende Einschlüsse von diesem Gestein und endlich durch das Vorkommen von Versteinerungen wichtige Anhaltspunkte zur Deutung der Genesis der Grünsteine überhaupt giebt.

Aus gleichem Grunde, aber auch wegen ihres häufigen Auftretens in den Grünstein-Distrikten, z. B. in Oberfranken und dem Voigtlande, erlangen die sogenannten Grünsteinkonglomerate oder Grünsteinbreccien eine besondere Wichtigkeit. Sie enthalten in einer dunkelgrünen aphanitischen Grundmasse scharfkantige, seltner abgerundete, Brocken und Blöcke von gleichartigen oder verschiedenartigen Grünsteinen und einem blaulichgrauen bis lavendelblauen, dem Basaltjaspis ähnlichen Gesteine, welches letztere als selbstständige Bildung anderwärts in demselben Reviere nicht getroffen wird. Diese Breccien haben ein schieferiges Gefüge, zeigen eine meist deutliche Schichtung, enthalten mitunter Versteinerungen und gehen einerseits durch Verkleinerung des Korns in massige und schieferige Grünsteine über, andererseits grenzen sie bisweilen auf eine solche Weise an Grauwacke- oder Thonschiefer, dass man, wie sich Naumann ausdrückt, die beiderlei Gesteine nur als die geschiedentlich aus-

gebildeten Glieder eines und desselben Schichtensystems betrachten möchte.

Der erdige oder thonige Grünstein oder Grünsteintuff, der in den eben genannten Ländern und anderwärts häufig vorkommt, ist eine ganz feinerdige, scheinbar gleichartige, grünlichgraue bis leberbraune, weiche, matte Masse von erdigem bis dichtem Bruche, häufig von schieferigem Gefüge und deutlicher Schichtung; beim Anhauchen giebt sie meist einen Thongeruch. Auch in diesem Grünsteine kommen zuweilen Versteinerungen vor, bei Planschwitz in Sachsen ist er sogar ganz mit devonischen Petrefakten erfüllt. Er geht einerseits in Diabasschiefer über, von dem er eigentlich nur eine feinerdige Abänderung ausmacht, andererseits bildet er sehr deutliche Uebergänge in Grauwackenschiefer.

In Verbindung mit den augitischen Grünsteinen stellen sich nicht selten Ablagerungen von Serpentin, Kieselschiefer, Kalkstein, Rotheisenerz und Brauneisenerz ein, seltner von Magneteisenerz. Sowohl die Kalksteine als die Rotheisenerze enthalten oft Versteinerungen, die mit denen der Grauwacke, in welche jene Lager eingebettet sind, so wie mit denen der Grünsteine, identisch sind. Die Eisenerze sind häufig mit den letzteren so innig verflochten, dass manche Grünsteinkugeln aus abwechselnden Schalen von Eisenerz und Grünstein bestehen, oder bei säulenförmigen Absonderungen das eine Ende von Eisenerz, das andere von Grünstein gebildet wird.

Die augitischen Grünsteine treten theils in Kuppen und Kämmen frei zu Tage, theils sind sie in Gängen, Lagergängen und eigentlichen Lagern andern Felsarten untergeordnet. Am meisten ist, als die vulkanistische Doktrin aufkam, ihr Auftreten in untergeordneten Lagern und Schichten angefochten worden, weil eine solche Art des Vorkommens nicht gut mit der Annahme von feuerflüssigen Ergüssen sich vertragen konnte. Indess die sorgfältigsten Untersuchungen, die seitdem hierüber geführt wurden, haben dargethan, dass nicht blos die Grünsteinbreccien und die sogenannten Grünsteintuffe, sondern selbst die am meisten krystallinisch ausgebildeten körnigen Grünsteine und Grünsteinporphyre häufig in regelmässigen Lagern und Schichten dem Thonschiefer- und Grauwackengebirge eingefügt sind. Nicht selten treten solche Lager sogar in mehrfacher Wiederholung zwischen den Schichten des Thonschiefers und der Grauwacke auf, und die erdigen und schieferigen Abänderungen enthalten dann bisweilen Versteinerungen, die mit denen der umgebenden Felsart übereinstimmen. Umgekehrt trifft man auch wieder regelmässige Einlagerungen von Thonschiefer in den Grünsteinen selbst. So enthält z. B. der feinkörnige Grünstein bei Berneck mehrfach Schichten von Thonschiefer eingelagert, die in solcher Regelmässigkeit mitten im Grünsteine eingeschaltet sind, dass man sie, wie selbst Naumann zugesteht: „wohl kaum für grosse Fragmente eines vom Grünstein durchbrochenen Schichtensystems, sondern für wirkliche Einlagerungen halten muss.“ Noch ist als ein für theoretische Ansichten lehrreiches Vorkommen anzuführen,

dass Hausmann am Harze mitunter einzelne Stücke antraf, die von der Hauptmasse des Grünsteins völlig getrennt und von der Schiefermasse, die sich ihnen schalenförmig anschmiegte, eingehüllt waren.

Obwohl die augitischen Grünsteine bereits mit den granitischen Gebirgsarten in Beziehung treten, so ist ihr Hauptvorkommen doch an die Grauwacke und den Thonschiefer des Uebergangsgebirges gebunden, so dass sie als Dependenzen der letzteren zu betrachten sind. Dies ist hinreichend erwiesen für die Grünsteine von Oberfranken, dem Voigtlande, dem Harze, Westphalen, Nassau, England und Nordamerika. Sie machen demnach einen wichtigen Bestandtheil des Uebergangsgebirges aus und gehören ihren Versteinerungen nach sowohl der silurischen als devonischen Periode an.

Was die Entstehungsweise der Grünsteine, der hornblendigen wie der augitischen, anbetrifft, so ist der vulkanistischen Schule dermalen der pyrogene Ursprung derselben eine vollendete Thatsache: die Grünsteine sind im schmelzflüssigen Zustande aus dem Innern der Erde hervorgebrochen, haben sich durch das überliegende Gebirge hindurchgebohrt, sind theils gangartig in das letztere eingedrungen oder haben sich über dasselbe in Kuppen erhoben oder deckenartig ausgebreitet. Solche Ausbrüche waren zugleich von Aschenregen begleitet, die unter Mitwirkung von Wasser Veranlassung zur Bildung von Grünsteintuffen gaben.

So lautet die Theorie; ihre Argumente beziehen sich auf die mineralische Zusammensetzung der Grünsteine, die massige Absonderung, die Lagerungsformen, die Störungen, die sie in den Schichten des Nebengesteines veranlassten, die Einschlüsse von Fragmenten desselben, die chemischen Einwirkungen, welche sie in den angrenzenden Felsarten ausübten und auf die Tuffbildungen.

Ihrer mineralischen Zusammensetzung nach ist es allerdings nicht zu leugnen, dass die Grünsteine, zumal die augitischen, in der nächsten Verwandtschaft mit den basaltischen Gesteinen stehen; dass also auch, wenn für diese die vulkanische Entstehung erwiesen wäre, die Vermuthung sich aufdrängt, es könne den Grünsteinen ein gleichartiger Ursprung vindizirt werden. Da man indess aus der mineralischen Zusammensetzung, für sich allein genommen, doch nicht mit Sicherheit auf den Bildungsmodus zurückschliessen kann, so müssen jedenfalls noch anderweitige Belege beigebracht werden, soll anders die Vermuthung zur Evidenz erhoben werden.

Freilich haben die englischen Geologen die sogenannten Grünsteintuffe schon an ihrem Ansehen für vulkanische Produkte erkannt, trotzdem dass diese Gesteine in England wie bei uns geschichtet und petrefaktenführend sind, dabei in körnige Grünsteine übergehen und zugleich mit den Thonschiefern so innig verbunden sind, dass auch jene Geologen das Ganze als ein System von gleichzeitigen Bildungen erklären, davon aber die Gleichartigkeit ausschliessen. So ist z. B. de la Beche der Meinung, dass das Material zu den Konglomeraten und Tuffen des Grünsteins in der Form von Asche und Lapilli aus

Spalten hervorgeschleudert und dann vom Wasser bearbeitet worden sei, während gleichzeitig anderes Grünsteinmaterial in Form von Lavaströmen auf dem Grunde des Meeres sich ergossen habe. Ich muss gestehen, dass mir bei den seit langer Zeit aus Selbstansicht sehr wohl bekannten oberfränkischen Grünsteinen niemals ein Gedanke an Lavaströme, am allerwenigsten aber an einen uralten vulkanischen Aschenregen gekommen ist. Im Gegentheil sehe ich in ihnen eine fortlaufende Entwickelungsreihe krystallinischer Gesteine, welche im körnigen Grünsteine zum Maximum, in den sogenannten Grünsteintuffen zum Minimum ihrer Ausbildung gelangt ist; ähnlich wie in der Reihe der Kalksteine, wo das eine Ende der körnige Urkalk, das andere die erdige Kreide einnimmt. Ueber die Bildung der Konglomerate beziehe ich mich auf die früheren Erörterungen, von denen ich bezüglich der Grünstein-Breccien um so weniger abzuweichen Veranlassung habe, da ihre Einschlüsse fast durchgängig selbst wieder Grünsteinmassen sind, also ihre Annahme als eigenthümlicher Konkretionen um so mehr berechtigt sein dürfte. Zu einer solchen Voraussetzung wird man aber am bestimmtesten hingedrängt bei den sonderbaren bandjaspisähnlichen Einschlüssen, von denen nirgends ein anstehendes Gestein bekannt ist, als dessen Bruchstücke sie gelten könnten; sie sind chemische Ausscheidungen eigener Art aus der Grundmasse. Den höchsten Grad ihrer Ausbildung erlangen die Ausscheidungen in den konzentrisch-schaligen Kugeln der Kugel-Grünsteine. Auch die Kalkblattern in den Blattersteinen stellen sich einfach als Ausscheidungen in einer mit kohlensaurem Kalke ganz imprägnirten Grünsteinmasse dar.

Wenn diese Erklärung, die ich von den Konglomeraten und den sogenannten Tuffen der Grünsteine gegeben habe, auch der Phantasie nicht so viel Reiz gewährt als die andere, welche Vulkane, Lavaergiessungen und Aschenregen vorführt, so dürfte sie dafür um so naturgetreuer sein. Von dem Augitporphyr, der, wenn auch nicht in den Gebirgen, so doch in den geologischen Theorien so viel Unheil angerichtet hat, wird bei der Dolomitbildung die Rede sein.

Die massige oder säulenförmige oder kugelige Absonderung kann bei den Grünsteinen keine Stütze für ihre pyrogene Entstehung geben, da sie zwar den körnigen Abänderungen zusteht, andere dagegen eine deutliche Schichtung aufzuweisen haben. Somit wird ein Beweis durch den andern aufgehoben.

Bei Lagerungsformen, wo der Grünstein nach Art des Basaltes entweder in Kuppen frei zu Tage über andere Gebirgsarten sich ausbreitet, oder in Gängen ihre Schichten durchschneidet, kann man allerdings die Möglichkeit nicht ableugnen, dass solche mit ihren Stielen oder doch wenigstens mit den durch ihre angebliche Eruption hervorgebrachten Klüften in die ewige Teufe hinabreichen; so etwas ist möglich, aber die Wirklichkeit eines solchen Verhaltens bleibt für alle Zeiten unerweisbar und kann daher zu keinem Argumente irgendwelcher Art benutzt werden.

Weiter wird angeführt, dass die von Grünsteinen durchsetzten Schichten bisweilen auffallend verbogen, geknickt und gestaucht seien, was auf die grosse mechanische Gewalt schliessen lasse, mit welcher die Grünsteinmasse aus den Tiefen der Erde hervorgetrieben worden sei. Dieses Argument wird alsobald entkräftet durch die gegentheilige Erfahrung, dass in solchen Fällen das Nebengestein meistentheils keine Zerrüttung in seiner Struktur erlitten hat.

Wenn Einschlüsse von „Fragmenten" für uns ohnedies die Beweiskraft nicht haben, die ihnen von vulkanistischer Seite beigelegt wird, so kann dies am allerwenigsten beim Grünsteine der Fall sein, da seine Einschlüsse gewöhnlich wieder Grünsteine sind, die überdies öfters mit der Grundmasse ganz unvermerkt verfliessen.

Was die chemischen Einwirkungen der Grünsteine auf ihr Nebengestein anbelangt, so werden als solche angeführt: Bleichung dunkel gefärbter Gesteine, Verdichtung und Erhärtung der Schiefer, mehr oder weniger deutliche Umkrystallisirung, und endlich eine an gebrannte Thone und Porzellanite erinnernde Umbildung. Das sind, bemerkt Naumann, „die Erscheinungen, welche man bisweilen im Kontakte der Grünsteine beobachtet hat; aber auch nur bisweilen, denn gar häufig erscheint das Nebengestein derselben so gut wie völlig unverändert. Merkwürdig ist es, dass die Kalksteine in der Regel gar keine merkbare Veränderung erlitten haben." — Nach solchen Zugeständnissen erachte ich es für völlig überflüssig, die Werthlosigkeit des hier aufgestellten Argumentes noch weiter beleuchten zu wollen.

Nicht unerwähnt darf es zur Charakteristik der Grünsteinbildungen gelassen werden, dass Verästelungen in ihrem Nebengesteine, wie solche bei dem Granite so häufig vorkommen, bei ihnen zu den höchst seltenen Erscheinungen gehören. Solche Art der Formbildung hat demnach in der Regel der Natur dieses Gesteines widerstrebt; ihr Vorkommen hätte ohnedies im Hinblick auf die Genesis der Grünsteine nicht gegen, sondern für den neptunischen Ursprung gesprochen.

Man braucht gerade nicht ein übermässiger Skeptiker zu sein, um einzusehen, dass die von der vulkanistischen Schule vorgebrachten Gründe für die pyrogene Bildung der Grünsteine auf einem sehr schwachen Fundamente ruhen, was Naumann auch zum Geständnisse bringt, dass die pyrogene Natur der Grünsteine, ebenso wie jene der Granite, noch keineswegs mit solcher Evidenz erwiesen sei als ihre eruptive. Indess auch diese Zulassung beschränkt Naumann an einem andern Orte gelegentlich der Tuffe und Konglomerate der Grünsteine selbst wieder durch die Bemerkung, dass die von mehreren Geologen aufgestellte Ansicht, als ob ihre Bildung mit der Existenz wirklicher vorweltlicher Vulkane im Zusammenhange gestanden habe, noch keineswegs als völlig erwiesen zu betrachten sein dürfte. Wir nehmen diese Konzessionen an, gehen aber nun einen guten Schritt weiter, indem wir die Erklärung abgeben, dass für die Grünsteine die pyrogene Entstehung nicht blos völlig unerwiesen ist, sondern mit den

wichtigsten Thatsachen im entschiedensten Widerspruche steht, und dass diese nur durch Annahme seines neptunischen Ursprungs sich von selbst beseitigen.

Es muss doch gleich von vorn herein auffallend erscheinen, dass allenthalben, wo der Grünstein, wenigstens der augitische, massenhaft auftritt, er durchgängig an das Grauwacken- und Thonschiefergebirge gebunden und mit diesem mannigfach verflochten ist. Wenn er nun, wie die Vulkanisten annehmen, wirklich ein den unterirdischen Tiefen entstiegenes Gebilde wäre, wie kommt es denn, dass allenthalben, in Europa wie in Nordamerika, die Vulkane der Unterwelt immer nur Grünsteinmassen als Ströme und Asche gerade da ausgeworfen hätten, wo sie über sich das Uebergangsgebirge wussten? Ist da nicht wieder für die urweltlichen Vulkane die Befolgung einer höheren Gesetzmässigkeit, ja ich möchte sagen, eine *harmonia praestabilita* postulirt, von der die jetzigen Vulkane in ihrem ungeschlachtigen Gebahren gar keine Andeutung mehr zeigen?

Um nicht weiter von der Unbegreiflichkeit zu reden, wie neptunische Niederschläge und vulkanische Eruptionen harmonisch zusammenwirken konnten, um in das Grauwacken- und Thonschiefergebirge die Grünsteinbildungen im mehrfachen Wechsel und in unverrückter Belassung der Struktur des ältern Gebirges einzufügen, so erweist sich eine solche Voraussetzung geradezu als unmöglich, wenn man die kleineren Einschlüsse von Grünsteinen mitten in der Grauwacke näher ins Auge fasst. Hier kann man durch den Augenschein darthun, dass ein hypothetisch angenommener Stiel oder eine demselben entsprechende Kluft, womit der Grünsteinbrocken sein Einbohren in das ältere Gebirge dokumentiren könnte, vollständig fehlt; derselbe ist vielmehr von allen Seiten von der Grauwacke eingehüllt. Dasselbe gilt von allen grösseren Grünsteinbildungen, die im regelmässigen Schichtenverbande als Lager dem Uebergangsgebirge eingefügt sind. Hier ist schlechterdings keine andere Annahme zulässig, als dass derartige Einschlüsse von Grünstein nicht blos gleichzeitigen, sondern auch gleichartigen Ursprunges mit der Grauwacke sein müssen. An dem neptunischen Ursprung der Grauwacke hat aber auch der excessiveste Vulkanist noch nicht gezweifelt.

Dazu kommt nun aber der hochwichtige Umstand, dass die augitische Grünsteinbildung eine Menge organischer Ueberreste einschliesst. Zwar kommen diese allerdings nicht an allen Orten, aber doch in weiter Verbreitung an so vielen einzelnen Punkten, und dann mitunter massenhaft, vor, dass sie zur Charakteristik dieser Gesteine wesentlich mit gehören, gerade so, wie es beim Dolomite und ohnedies bei den gewöhnlichen Kalk- und Sandsteinen auch der Fall ist. Die Vulkanisten haben sich freilich aus der Verlegenheit, die ihnen das leidige Vorkommen von Versteinerungen in den Grünsteinen verursacht, dadurch zu ziehen versucht, dass sie solche Gesteine lediglich als vulkanische Tuffe erklärten, die unter Mitwirkung des Wassers sich gebildet und die zufällig vorgefundenen organischen Wesen eingehüllt

hätten; aber diese Annahme ist weder theoretisch zulässig, noch thatsächlich haltbar. Die Versteinerungen nämlich finden sich nicht blos in den sogenannten Tuffen, sondern auch in den Konglomeraten, in den Schiefern und in dem Schalsteine; sie scheinen blos den grobkörnigen Abänderungen zu fehlen, was aber überhaupt bei diesen von einer Art des chemischen Bildungsprozesses herrühren mag, mit der die Konservirung der organischen Wesen nicht verträglich war. In den andern Abänderungen der Grünsteine sind jedoch deren Ueberreste mitunter in einer Unversehrtheit enthalten, die jeden Gedanken einer feurigen Einwirkung ausschliesst. *

Es hat bereits KEILHAU darauf hingewiesen, wie wenig das System, welches man fortwährend aufrecht zu erhalten sucht, für Phänomene passt, welche nun in den Versteinerungen der Grünsteine so reichlich und deutlich zur Schau liegen. Er hat dies gethan gelegentlich der Erwähnung der von MURCHISON in England aufgefundenen, vollkommen deutlichen Spuren von E n k r i n i t e n, T r i l o b i t e n und anderen s i l u r i s c h e n O r g a n i s m e n in Massen, die nach dessen Beschreibung bald als Syenit, bald als Grünstein, bald als eine Art Feldspath-Porphyr und dergleichen sich darstellen. MURCHISON selbst hebt es hervor, dass diese Massen häufig in solche geschichtete und Versteinerungen führende Gebirgsmassen übergehen, denen ein neptunischer Ursprung zugeschrieben wird, so dass auch er nicht umhin kann, anzunehmen, dass jene Thierreste nicht späterhin, sondern gleich ursprünglich in die angeführten Massen gekommen seien. Dass MURCHISON überdies diese Massen als meist lagerartige angiebt, und in dieser Form häufig mit Sandsteinen, Schiefern u. s. w. abwechselnd, nichtsdestoweniger aber mit den an denselben Stellen vorkommenden, ganz unförmlichen Massen derselben Gebilde zuweilen ein einziges

* Einen der lehrreichsten Fälle dieser Kategorie führt WILHELM FUCHS in seinen höchst wichtigen „Beiträgen zur Lehre von den Erzlagerstätten“, S. 54, an. Im schemnitzer Gebirge nämlich durchschneidet ein Kohlenflötz den Grünstein, wobei es sich aber so in demselben verläuft und verliert, dass anfangs nur dunklere Färbung der sonst unveränderten Grünsteinmasse die Gegenwart der Kohle beurkundet, welche nach und nach vorwaltend zuletzt in ausgezeichnete, jedoch immer noch mit Grünsteinmasse imprägnirte Faserkohle übergeht, aus der sich reinere Massen von Glanzkohle ausscheiden. Die reineren, so wie die noch ganz mit Aphanitmasse durchwebten Kohlenstücke zeigen grossentheils noch sehr deutliche Holztextur, und es ist bei vielen Stücken nicht schwer, das Zellgewebe von Koniferen-Stämmen zu erkennen, da an ihnen, ausser der Zahl der Jahresringe, die Astentwickelung und selbst die Form der Zellen sich vollkommen deutlich wahrnehmen lässt. Der Uebergang aus Diorit in Kohle findet so allmählig statt, es sind dabei die Stoffe so innig miteinander verbunden, dass der Beschreiber, der sonst plutonistischen Ansichten nicht abgeneigt ist, sich zur Erklärung veranlasst findet, dass dadurch die Gleichzeitigkeit der Gebirgsbildung und der Kohlenablagerung ausser allen Zweifel gesetzt sei. Aus der Art des Vorkommens jener merkwürdigen organischen Einschlüsse ergiebt sich ihm aber als weiteres Resultat: „dass sich die umhüllende Masse des Grünsteins schlechterdings nicht in feurigflüssigem Zustande befunden haben kann, da das sichtbare Eindringen der Grünsteinmasse in das feinste Gewebe des Pflanzenkörpers ohne Zerstörung desselben solche Möglichkeit ausschliesst.“

Ganze ausmachend, hält Keilhau mit Recht aller Aufmerksamkeit werth, um darnach den Werth der im vulkanistischen Sinne versuchten Deutungen dieser Verhältnisse zu bemessen. Er meint sogar, dass die Sprache, die man bei dieser Gelegenheit von der modernen Schule zu hören bekomme, ganz wie Ironie klinge, und dass die aufgestellte Erklärung eine wahre Karikatur der vulkanistischen Theorie sei. Ich kann nicht leugnen, dass diese Deutungen auf mich den gleichen Eindruck wie auf Keilhau gemacht haben.

Wie einfach und ungezwungen erklären sich alle diese Verhältnisse, sobald man sie vom neptunistischen Standpunkte aus beurtheilt. Alsdann ist die Bildung der Grünsteine eine gleichzeitig und gleichartig mit der ihres Nebengesteines [hauptsächlich der Grauwacke und des Thonschiefers] verlaufende, und zwar indem sich beide aus amorpher Masse unter Mitwirkung des Wassers in den nämlichen Lokalitäten entwickeln. Bei solcher Verflechtung ineinander wird man es nicht unerwartet finden, dass die Grünsteine so vielfache und entschiedene Uebergänge in ihr Nebengestein aufzuweisen haben, dass sie häufig in regelmässige Wechsellagerung mit demselben treten, dass Einschlüsse von Thonschiefer- und Grauwacke-Brocken im Grünsteine und umgekehrt kleinere Grünstein-Stücke mitten im Nebengesteine und allseitig von letzterem umschlossen sich vorfinden. Es wird ferner nicht befremden, dass die Grünsteinbildungen nicht immer sich in die Struktur des Grauwacken- und Thonschiefergebirges regelmässig eingefügt haben, sondern dass sie mitunter, zumal bei massenhafter Ausbreitung, während des Bildungsaktes ihre Selbstständigkeit behaupten konnten, so dass sie alsdann die Streichungslinie der Schiefer fast rechtwinklig durchschnitten haben. Man kann hiebei um so weniger an spätere vulkanische Eruptionen denken, da auch in dem so eben erwähnten Falle das Nebengestein in seiner regelmässigen Anordnung nicht beeinträchtigt worden ist. Am wenigsten wird endlich das Vorkommen von Versteinerungen befremdlich erscheinen, da unter den angegebenen Verhältnissen ein solches geradezu zu erwarten war, und nur das Gegentheil, nämlich das Ausbleiben der Petrefakten, eine Erläuterung erfordert hätte.

So viel ist uns jedenfalls gewiss, dass für die Grünsteine der neptunische Ursprung sich fast noch evidenter als selbst für die granitische Gruppe nachweisen lässt.

b. Schillergrünsteine.

Als Schiller-Grünsteine bezeichnen wir einige Felsarten von untergeordneter Ausbreitung, bei welchen der feldspathige Gemengtheil als Labrador, der pyroxenige als Bronzit [Diallag] oder als Paulit [Hypersthen] auftritt. Der pyroxenige Bestandtheil hat in den eben genannten beiden Unterarten einen halbmetallischen Glanz und daher haben wir diesen, den eigentlichen Grünsteinen sehr nahe verwandten Felsarten den Namen der Schillergrünsteine gegeben. An sie schliesst sich der Schillerfels und der Eklogit an.

12. Der Gabbro [Euphotid].

Der Gabbro [Euphotid] ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von blätterigem **Labrador** oder dichtem Labrador [Saussurit] und von **Bronzit** [Diallag] oder **Smaragdit**.

Der Labrador, der gewöhnlich vorwiegt, ist weiss und graulich, selten violett; der Bronzit ist braun in verschiedenen Abstufungen oder olivengrün und hat einen fast metallischen Glanz; der Smaragdit [Omphazit] ist graugrün und perlmutterglänzend.

Das **Gefüge** ist grob- bis feinkörnig, selten ins Schieferige übergehend. Die körnigen Abänderungen sind stets ungeschichtet, die schieferigen dagegen zeigen eine Neigung zur Schichtung. Das Gestein hat eine grosse Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

Als zufällige Gemengtheile finden sich Serpentin, der zuweilen als fast wesentlicher Gemengtheil sich einstellt, Hornblende, Glimmer, Granat, Magnetkies, Schwefelkies, Titaneisen. Quarz wird als bisweiliger Gemengtheil von Germar und Brongniart aufgeführt.

Der Gabbro kommt im Ur- und Uebergangsgebirge, gewöhnlich in Begleitung des Serpentins vor, in den er öfters übergeht. Er bildet mächtige Stöcke und schroffe steile Felsmassen, dagegen erscheint er höchst selten in der Form von Gängen. Er findet sich zwar in vielen Gegenden, z. B. am Harz, in Schlesien, Oesterreich [Langenlois bei Krems, woher die Pflastersteine von Wien rühren], Ungarn, Alpen, Apenninen u. s. w., ohne doch irgendwo eine Ausbreitung, die sich mit der des Granits vergleichen liesse, zu gewinnen.

Von der vulkanistischen Schule wird er, wie es sich erwarten lässt, gleich den nachfolgenden verwandten Gesteinen als ein eruptives Gebilde in Anspruch genommen, eine Meinung, die hier keiner Widerlegung bedarf. Wir wollen lediglich darauf aufmerksam machen, dass mitunter im Gabbro der Quarz als ein Gemengtheil auftritt, und dass er am Radauberge, nach Hausmann *, Fragmente eines quarzitähnlichen Sandsteines mit Petrefakten umschliesst.

13. Der Paulitfels [Hypersthenit].

Der Paulitfels [Hypersthenit] ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von **Labrador** und **Paulit** [Hypersthen]. Der Labrador, der gewöhnlich der vorwaltende Gemengtheil ist, ist graulichweiss, bisweilen ins Graue übergehend; der Paulit ist bräunlichschwarz bis grünlichschwarz, was ins Tombakbraune bis Kupferrothe fällt, und von fast metallischem Glanze.

Das **Gefüge** ist grob- bis feinkörnig, was zuletzt fast ins Dichte übergeht. Das Gestein ist massig und ungeschichtet; selten zeigt es plattenförmige Absonderung. Es kommt viel spärlicher und dann auch meist in weit geringerer Ausbreitung als der Gabbro vor. Fundorte: die Grafschaft Essex im Staate New-York, wo es in grosser Ausdehnung

* Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 35.

zugleich mit Magneteisenerz auftritt, die St. Paulsinsel an der Küste von Labrador, Insel Sky bei Schottland, Schweden, Spitzbergen, Schlesien, Harz, in Sachsen bei Penig als Gang im Weissstein.

In seinen Lagerungsverhältnissen stimmt der Paulitfels im Allgemeinen mit dem Gabbro überein, doch erscheint er öfter und deutlicher in Gängen als dieser.

14. Der Omphazitfels [Eklogit].

Der Omphazitfels [Smaragditfels, Eklogit] ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von grasgrünem Smaragdit und rothem Granate, wozu sich häufig noch Cyanit und Glimmer, seltner Quarz gesellt. Der Smaragdit [Omphazit] ist häufig ein Aggregat von dünnen abwechselnden Lagen von Pyroxen und Hornblende. Dieses schöne Gestein kommt nur an wenig Orten im Urgebirge vor, besonders schön in Oberfranken, ferner auf der Bacheralpe in Steiermark, auf der Saualpe in Kärnthen und auf der griechischen Insel Syra.

c. Serpentinite.

Anhangsweise führen wir bei den Grünsteinen noch zwei Gesteine an, den Schillerfels und Serpentin, deren jedes von einer einfachen oryktognostischen Spezies gebildet wird und weder Hornblende noch Augit zu seinen wesentlichen Bestandtheilen zählt, die aber in sehr innige Beziehungen zu den vorhergehend aufgeführten Grünsteinen treten, und überdies nicht bedeutend genug sind, um eine gesonderte Gruppe abzugeben.

15. Der Serpentinfels.

Diese Felsart wird von dem bekannten einfachen Mineral, dem gemeinen Serpentin, gebildet, der ein Silikat ist, aus 44,02 Kieselerde, 43,11 Bittererde und 12,78 Wasser bestehend. Das Gestein ist entweder einfach, oder es mengen sich verschiedene andere Mineralien ein, z. B. Glimmer, Hornblende, Strahlstein, Asbest, edler Serpentin, Schillerstein, Kalkstein, Magneteisenstein [bisweilen so häufig, dass das Gestein lebhaft auf die Magnetnadel wirkt], gediegen Kupfer, Kupferkies, selbst Platina.

Der Serpentin zeigt entweder blos massige Absonderung, oder dieselbe wird so regelmässig, dass sie in förmliche Schichtung übergeht. Uebergänge erfolgen bei ihm in Chlorit- und Talkschiefer, am häufigsten in Gabbro, Grünstein und Omphazitfels.

Wenn der Serpentin auch nicht gerade selten vorkommt, so bildet er doch keine weit ausgebreiteten Ablagerungen. Er findet sich entweder in vollkommenen Lagern in den Ur- und Uebergangsgebirgen, sehr selten in Gängen, oder er erhebt sich in mehr oder weniger hohen Bergen, die meist abgerundete Formen zeigen.

Ueber die Entstehungsweise des Serpentins ist viel verhandelt worden. Naumann, obwohl er zugesteht, dass das Mineral Serpentin keineswegs als pyrogene Bildung zu betrachten sei, dass ferner

die angeblichen Veränderungen des Nebengesteins oft mehr den Charakter von hydrochemischen als von pyrochemischen Einwirkungen zeigen, und dass die in den primitiven Formationen [Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer] regelmässig eingelagerten Serpentin · als gleichzeitiger Entstehung mit denselben erklärt werden müssen, will gleichwohl für die Mehrzahl der Serpentine eine ursprünglich eruptive Bildung in Anspruch nehmen. Er beruft sich deshalb auf den absoluten Mangel von Versteinerungen, auf die Störungen, welche einige Stöcke und Gänge auf das Nebengestein ausübten, das häufige kuppenförmige Vorkommen und insbesondere auf die Gänge, welche als solche die eruptive Bildungsweise des Serpentins unwiderleglich beweisen sollen. Wir halten jedoch diese Beweise für sehr leicht widerleglich, denn weder die Kuppenform, noch das gangförmige Vorkommen an sich, noch einige Störungen im Nebengestein, noch der Mangel an Versteinerungen [dem Urquarzfels fehlen sie auch] haben aus schon angeführten und weiterhin noch zu wiederholenden Gründen eine Beweiskraft für einen eruptiven [d. h. durch das Feuer veranlassten eruptiven] Ursprung des Serpentins. Dagegen gesteht Naumann* selbst zu, dass man im Urgebirge Fälle kenne, wo der Serpentin mit solcher Regelmässigkeit eingelagert ist, dass sie als Beweis zu betrachten sind, „dass man es hier weder mit einer eruptiven, noch mit einer metamorphischen Bildung zu thun hat.“ Wenn dem so ist, so bleibt ja gar keine andere Annahme übrig, als dass man den Serpentin wenigstens in diesen Fällen nicht blos als eine gleichzeitige, sondern auch als eine neptunische Bildung ansehen muss. Und was für diese Fälle gültig ist, warum sollte es für alle übrigen nicht genügen? Auch Bischof erklärt sich gegen die Annahme einer feuerflüssigen Entstehung des Serpentins. Zugleich ist er mit G. Rose der Ansicht, dass der Serpentin kein ursprüngliches Gestein darstellt, sondern dass er durch spätere, auf nassem Wege eingeleitete Zersetzungsprozesse aus andern Gesteinen als ein sekundäres Gebilde hervorgegangen ist.

Noch kann hier gleich angereiht werden der Schillerfels, der sowohl nach seiner oryktognostischen, als viel mehr noch nach seiner chemischen Beschaffenheit dem Serpentine sich enge anschliesst und ein überaus beschränktes Vorkommen hat. Er besteht aus einer schwärzlichgrünen, dem Serpentine ähnlichen, einfachen dichten Masse, in welche blättriger, metallisch glänzender Schillerspath eingewachsen ist.

* Geognos. II. S. 88. „Das bekannte, über 300 Fuss mächtige Serpentinlager am Greiner in Tyrol liefert ein ausgezeichnetes Beispiel von solchen ursprünglichen, mit ihrer Umgebung gleichzeitigen Serpentinbildungen, indem es durch eine Reihe von Uebergangsgesteinen mit dem Gneisse sehr innig verbunden ist. An den Grenzen wird der Serpentin erst schieferig, geht dann allmählig durch feinfilzigen Strahlsteinschiefer und Amphibolit in eine Art von granatreichem Hornblendegneiss, in hornblendehaltigen Glimmerschiefer und endlich in den Gneiss über, welcher die Hauptmasse des Greiner bildet; auch Chloritschiefer und Talkschiefer drängen sich in die bunte Reihe dieses Ueberganges ein, welchen Reuss mit Recht als einen Beweis betrachtet, dass man es hier weder mit einer eruptiven, noch mit einer metamorphischen Bildung zu thun hat.“

Beide, die dichte wie die blätterige Masse, haben eine gleiche chemische Zusammensetzung. Bisweilen ist dichter Labrador [Saussurit], Augit, Chlorit, Glimmer und Schwefelkies eingesprengt. Merkwürdige Uebergänge erfolgen von ihm durch Mittelgesteine in Gabbro, Paulitfels und Grünstein. *

d. Basaltite.

Sind basaltische Labradorgesteine, denen jedoch der Augit ganz fehlt oder wenigstens keinen wesentlichen Gemengtheil ausmacht, und die eine zwischen Grünstein und Basalt hin und her schwankende Mittelbildung darstellen.

16. Der Melaphyr.

Mit dem Namen Melaphyr wird ein Gestein unterschieden von gewöhnlich röthlichbrauner bis röthlichgrauer, zuweilen ins Dunkelgrüne und Schwarze verlaufender Farbe, dessen Grundmasse der Labrador bildet, während Augit ganz zu fehlen scheint oder doch noch nicht sicher nachgewiesen ist, wenigstens gehören erkennbare Einmengungen von Augit nur zu den sehr ungewöhnlichen Vorkommnissen. Häufig ist ein chloritartiges grünes Mineral eingesprengt, dessen chemische Natur noch nicht hinreichend ermittelt ist; auch Glimmerblättchen und bisweilen Rubellan sind eingemengt; Quarz fehlt als eigentlicher Gemengtheil, obwohl er in Höhlungen und Adern nicht selten ist. Das Gestein hat eine vorwaltende Neigung zur Bildung von Blasenräumen und einer mandelsteinartigen Struktur.

Schon diese Charakteristik zeigt den schwankenden Charakter des Gesteines, das sowohl in Porphyre und Grünsteine, als noch vielmehr in basaltische Gebilde übergeht, mit welchen es daher auch oft verwechselt wird, von denen es aber auch nicht immer mit Sicherheit unterschieden werden kann. Der sogenannte Augitporphyr des Fassathals gehört dagegen nicht, wie es früher gewöhnlich angenommen wurde, zu den Melaphyren, sondern ist wegen seines Reichthums an Augit zu den basaltischen Gesteinen oder den augitischen Grünsteinen zu verweisen. Am richtigsten dürfte man wohl den Melaphyr als ein basaltisches Gebilde bezeichnen, in welchem der Augit bis zum Verschwinden zurückgedrängt ist.

Dieses zwitterhafte Gestein hat mancherlei Namen erhalten: Werner nannte es Trapporphyr oder Trappmandelstein, Freiesleben Pseudoporphyr, Raumer Basaltit, Zobel und Carnall Porphyrit, Brongniart Melaphyr; häufig wird es auch als

* Auf diese Uebergänge hat in neuerer Zeit besonders Frick [neue Denkschrift. d. allgem. schweiz. Gesellsch. für d. gesammte Naturw. XII. Jahrg. 1852, S. 11] aufmerksam gemacht, indem er zeigte, dass der Grünsteinzug von Neurode in Schlesien als eine Masse gleichzeitiger Bildungen zu betrachten ist, deren Gesteinsarten [Paulitfels, Gabbro, Schillerfels, Diabas] nicht scharf von einander getrennt sind, sondern gegenseitig ineinander verlaufen.

schwarzer Porphyr bezeichnet, doch darf alsdann der Augitporphyr nicht mehr darunter begriffen werden.

Der gewöhnliche Melaphyr ist feinkörnig und dicht, von oben angegebener Färbung, schimmernd, fest und schwer zersprengbar, zuweilen fast wie dichter Basalt aussehend. Wenn in der Grundmasse Krystalle von Labrador oder Glimmer eingemengt sind, so entsteht der porphyrartige Melaphyr. Ist die Grundmasse mit Blasenräumen erfüllt, in welchen sich Kalkspath, Braunspath und Quarz in seinen Varietäten [darunter die berühmten Achatkugeln] ausgeschieden haben, so wird das Gestein als mandelsteinartiger Melaphyr, Melaphyr-Mandelstein bezeichnet.* Stehen die Blasenräume sehr gedrängt und sind dabei meist leer, so erlangt es ein schlackenartiges Ansehen. Erdige Abänderungen werden als Melaphyr-Tuffe bezeichnet; die Melaphyr-Konglomerate bestehen aus Brocken von Melaphyr, seltener von andern Gesteinen, die entweder unmittelbar aneinander haften oder durch eine melaphyrische Grundmasse verbunden sind.

Der Melaphyr erscheint in der Regel als massiges Gestein, häufig mit säulenförmiger oder kugeliger und konzentrisch schaliger Absonderung; bisweilen aber stellt sich auch eine plattenförmige ein, welche dann nicht selten eine mehr oder minder deutliche Schichtung veranlasst.

Unter den fremdartigen Einlagerungen sind Eisen- und Manganerze anzuführen, besonders aber Kupfererze; am Superior-See in Nordamerika kommt in ausserordentlicher Menge gediegenes Kupfer in Begleitung von gediegenem Silber vor.

Aehnlich den Grünsteinen tritt der Melaphyr bald in Bergen, Kämmen und schroffen Felsenmassen zu Tage, bald bildet er Gänge, gangartige Lager und wirkliche Lager in andern Felsarten. Er kommt zwar in vielen Gegenden vor, gewinnt aber doch nur selten eine grössere Ausbreitung, wie dies z. B. mit der grossen pfälzischen Melaphyr-Ablagerung der Fall ist, die sich am Südfusse des Hundrückes auf 12 Meilen Länge ausdehnt und die schönen Achatkugeln, die in Oberstein geschliffen werden, liefert. Meist kommen die Melaphyre in Verbindung mit dem Rothliegenden vor und scheinen bereits den mittleren Flötzformationen ganz abzugehen. Verästelungen im Nebengesteine, wie sie doch noch in allerdings seltenen Fällen beim Grünsteine sich einstellen, scheinen den Melaphyren fremd zu sein.

Mit noch grösserer Zuversicht, als es für die Grünsteine geschehen, werden die Melaphyre als eruptive Gebilde erklärt, die im feuerflüssigen Zustande aus dem Erdinnern hervorgebrochen, die neptunischen Schichten durchbrochen, zum Theil in Lagern sich in denselben ergossen, zum Theil sich durch sie vollständig hindurchgebohrt und dann über ihrer Oberfläche ausgebreitet oder in Kuppen sich er-

* Die Grundmasse dieser Mandelsteine, zumal in ihren weicheren braunrothen Abänderungen, ist WERNER's Eisenthon.

hoben haben. Es sei ausser allem Zweifel, dass jede Kuppe mit einem Stiele hinunter in die ewige Teufe reiche, und wenn diese Stiele auch noch nicht ermittelt wären, so seien sie doch ein unerlässliches Postulat der Theorie, daher in der Wirklichkeit vorhanden.

Die Belege für die pyrogene Bildung der Melaphyre lassen sich nach Analogie leicht errathen, und sind hergenommen von den nachstehend aufgeführten Verhältnissen. Die Melaphyre stehen hinsich lich ihres mineralischen Charakters in der allernächsten Verwandtschaft mit den basaltischen Gebilden und lassen daher eine gleiche Bildungsweise erwarten. Sie durchbrechen als Gänge die neptunischen Ablagerungen und sind deshalb von unten aufgestiegen; da man überdies einigemal wahrgenommen hat, dass Lager plötzlich in Gänge übergehen, so sei ein Gleiches von allen Lagern anzunehmen. Ferner umschliessen die Melaphyre Fragmente von den durchbrochenen Gesteinen, zeigen Störungen in den Schichtungsanordnungen der letzteren, und haben noch andere Veränderungen herbeigeführt, indem sie z. B. Steinkohlen verkokt, Schieferthone erhärtet und selbst gebrannt haben. Endlich seien die Melaphyre versteinerungsleer.

Wenn diese Verhältnisse allgemein gültige wären, so könnten sie allerdings einen Neptunisten in Verlegenheit setzen. Allein es bedarf nur einer genaueren Ermittelung des Thatbestandes, um sich zu versichern, dass obige Erscheinungen theils eine andere Deutung zulassen, theils keine allgemeine Gültigkeit haben. Naumann selbst, obwohl er aus ihnen den feurigflüssigen Ursprung des Melaphyrs ableitet, fügt unmittelbar nachher folgende Bemerkung bei: „Dessenungeachtet ist es nicht zu läugnen, dass in vielen Fällen alle diejenigen Erscheinungen vermisst werden, welche sich als entschiedene Beweise einer auf das Nebengestein stattgefundenen Einwirkung betrachten lassen; wogegen bisweilen für die Melaphyr-Lager durch tuffartige Zwischenbildungen eine so innige Verknüpfung mit den auf- oder unterliegenden Schichten herbeigeführt wird, dass man sich nicht wundern kann, wenn dergleichen Uebergänge die Vermuthung einer sedimentären Bildungsweise des Melaphyrs veranlasst haben."

Mehr als dieses Zugeständnisses brauchte es eigentlich nicht, um von der Haltlosigkeit einer Theorie überführt zu werden, die mit der Erfahrung wohl in einigen Fällen übereinstimmt, in den andern aber mit ihr geradezu in Widerspruch sich setzt. Um indessen unsere Ansicht von der neptunischen Entstehung des Melaphyrs zu rechtfertigen, sind noch einige Erläuterungen beizubringen.

Es ist auch von vulkanistischer Seite zugestanden, dass nicht die Gänge oder Lagergänge, sondern die eigentlichen Lager die gewöhnliche Form sind, in welcher die Melaphyre auftreten. Um deren Verhalten näher kennen zu lernen, mögen einige Beispiele dienen. Nach v. Dechen's genauen Untersuchungen der pfälzischen Melaphyr- und Trappgesteine bilden diese daselbst Lager von 5 200 Fuss Mächtigkeit und einigen 100 Fuss bis über 2 Meilen Erstreckung. So weit die Beobachtung reicht, liegen sie gleichförmig mit den Schichten des

Kohlengebirgs, die an vielen Punkten ganz unverändert geblieben sind. An einigen Stellen kommen mehrere Lager ziemlich nahe übereinander vor. Eine andere Ablagerung, die eine Ausdehnung von mehreren Quadratmeilen hat, ist den obersten Schichten der Steinkohlen-Formation überall gleichförmig aufgelagert, während sie vom Rothliegenden bedeckt wird. Ebenso regelmässig und gleichförmig ist der Melaphyr bei Zwickau und im Mansfeldischen dem Rothliegenden eingelagert; bei Exeter in England ihm sogar durch Wechsellagerung verbunden. In Schlesien treten die Melaphyre und Porphyre im obern Rothliegenden auf, ohne dass sie dessen Schichten affizirt haben. — Wie ist es möglich, bei solchen regelmässigen Ein- und Wechsellagerungen in entschieden neptunischen Formationen auch nur eine entfernte Aehnlichkeit mit vulkanischen Auswürfen finden zu wollen? Dazu kommen weiter die vielfachen Uebergänge und Verflechtungen des Melaphyrs in die Sandsteine und den Schieferletten des Rothliegenden, welche allerdings einer vulkanistischen Anschauungsweise „sehr räthselhaft“ erscheinen müssen, der neptunistischen dagegen völlig klar und für sie beweisend sind. Endlich fangen an die Fälle sich zu mehren, dass man sogar Versteinerungen im Melaphyr, theils in eingelagerten Kalkmassen, theils im Melaphyre selbst, aufgefunden hat. Wenn sich die Vulkanisten ob der unverhofften Bescheerung damit zu trösten suchen, dass solche Petrefakten nur aus dem angrenzenden Kalksteine losgerissen und in den Melaphyr eingeknetet sein dürften, so möchten sie uns doch die Frage beantworten, wie sich die Ueberreste organischer Wesen innerhalb eines feurigen Flusses konserviren konnten? Bekanntlich vermögen dies unsere modernen Gluthströme nicht.

Zum Schlusse mag noch das Resultat angeführt werden, zu welchem Volger * nach einer fleissigen Untersuchung des Melaphyrgebirges am Harze gelangte. „So viel,“ sagt er, „darf ich wohl behaupten, dass das ganze Melaphyrgebilde am Harze kein Verhältniss zeigt, welches der Annahme einer plutonischen Entstehung desselben das Wort geredet haben würde, falls solche nicht von andern Gegenden her *a priori* übertragen wäre. Geschichtet ist dasselbe an vielen Punkten sehr deutlich, es unterteuft den Zechstein und Gips in schönster Regelmässigkeit. Am Poppenberge bei Ilfeld und Neustadt, bekannt durch den Reichthum des Kohlengebirgs an Pflanzenabdrücken, ist ein besonders wichtiges Verhältniss: die Kuppe besteht aus Melaphyr, der Körper des Berges aus Steinkohlengebirge; der Bergbau hat den Berg nach allen Richtungen durchfahren, aber man hat keine Melaphyr-Durchsetzung gefunden, sondern hier, wie überall bei Neustadt, lagert der Melaphyr ganz regelmässig auf dem Steinkohlengebirge.“

§. 4. Porphyre.

In diese Gruppe bringen wir die eigentlichen Porphyre, die Trachyte und den Klingstein; Gesteine, welche aufs mannigfachste mit

---

* Jahrb. f. Mineralog. 1848.

denen der vorhergehenden und der nachfolgenden Gruppen sich verflechten und hauptsächlich durch ihre porphyrartige Struktur sich charakterisiren.

17. Der Porphyr.

Verschiedene Felsarten scheiden aus einer Grundmasse Feldspath-Krystalle aus und erlangen damit eine porphyrartige Struktur; als eigentliche Porphyre bezeichnet man aber nur diejenigen Gesteine, deren scheinbar einfache Grundmasse ein Gemenge aus sehr feinen Körnern von Feldspath und Quarz ist, in welches grössere Feldspathkrystalle eingesprengt sind, zu denen sich häufig noch Quarz und Glimmer gesellt.

Die Grundmasse erscheint gewöhnlich dicht, zuweilen aber auch feinkörnig, insbesondere in den Uebergängen zum Granit, so dass sie eigentlich als ein dichter Granit mit zurückgedrängtem Glimmer anzusehen ist; sie wird Felsit oder Eurit benannt und daher werden die eigentlichen Porphyre zur Unterscheidung von andern als Felsitporphyre oder Euritporphyre bezeichnet. Die Grundmasse zeigt verschiedene Grade der Festigkeit und darnach unterscheidet man den Feldsteinporphyr, wenn die Masse fest und schwer zersprengbar ist, den Hornsteinporphyr, wenn die Masse besonders hart und dicht wird, den Thonsteinporphyr, der minder fest und leichter zersprengbar ist, und den Thonporphyr, der die erdige Abänderung des letzteren ist. Man darf sich indess durch die Namen Hornstein und Thon nicht irre führen lassen, darunter die in der Oryktognosie charakterisirten Mineralien verstehen zu wollen: alle diese Porphyre haben die gleiche Grundmasse, nur in verschiedenem Grade der Festigkeit. Der Feldsteinporphyr macht unter diesen Abänderungen die wichtigste und am weitesten verbreitete aus, und wenn vom Porphyr schlechthin gesprochen wird, so ist zunächst der Feldsteinporphyr gemeint. Manche Porphyre bekommen durch viele Höhlungen ein blasiges oder zelliges Ansehen und die Wände der letzteren sind mit Quarzkrystallen besetzt; auch Amethyst, Chalcedon, Kalkspath, Flussspath finden sich in grösseren kugeligen Räumen ein.

Der aus der Grundmasse * ausgeschiedene und die porphyrartige Struktur bewerkstelligende Feldspath ist Orthoklas, oder Oligoklas, oder auch Albit; der Quarz erscheint in Krystallen oder Körnern, der Glimmer in hexagonalen Tafeln. Diese eingesprengten Mineralien sind übrigens nicht in allen Porphyren zugleich vorhanden; von besonderer

* Die Grundmasse des Thonstein- und Thonporphyrs hat den übel gewählten Namen Thonstein erhalten; sie gehört aber nicht dem Thon-, sondern dem Feldspath-Geschlechte an. Nach SCHAFHÄUTL's Analyse [Münchn. gel. Anzeig. XVIII. S. 820] kommt der Thonstein in seiner chemischen Zusammensetzung ganz mit dem Weisssteine überein. Zugleich hat derselbe in der ganzen Masse des Thonsteins zerstreute Ueberreste von Panzern der *Gallionella distans* und die körnige Struktur der Xanthidien aufgefunden, was entschieden für den Ursprung dieses Gesteins auf nassem Wege spricht.

Wichtigkeit ist es, ob sie Quarz enthalten oder nicht, wonach man quarzführende und quarzfreie Porphyre unterscheidet. Die quarzfreien haben in der Regel gar keine eingewachsenen Quarzkörner aufzuweisen, doch stellen sich diese bisweilen ebenfalls ein und machen so den Uebergang zu den quarzführenden Porphyren, welche überhaupt diejenigen sind, die am häufigsten vorkommen. Die quarzfreien verlaufen sich auch in gewissen Abänderungen in Melaphyr und ein Theil von ihnen scheint an letztere verwiesen werden zu müssen, zumal wenn, wie vermuthet wird, auch ihre Grundmasse quarzfrei sich ausweisen sollte. Ein Beispiel eines recht ausgezeichneten quarzfreien Porphyrs liefert der schöne rothe, den die alten Römer zu Kunstwerken verarbeiteten und aus Aegypten holten.

Die Felsitporphyre zeigen eine grosse Reihe von Farben, unter welchen jedoch die rothe die häufigste ist, weshalb sie auch als rothe Porphyre bezeichnet werden. Sie sind röthlichweiss bis röthlichbraun, kastanienbraun und braunroth; grünlichweiss bis lauchgrün und schwärzlichgrün; gelblichweiss und gelblichgrau bis schwärzlichgrau, am seltensten schwarz und blau. Die Thonsteinporphyre haben gewöhnlich lichtere Farben als die Feldsteinporphyre.

Fremdartige Einmengungen sind nicht zahlreich; als solche sind zu nennen Quarz, Amethyst, Chalcedon, Achat, Jaspis und Opal; Kalkspath in Körnern und Hornblende sind nicht häufig. Auf Gängen kommen Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Mangan und Silbererze vor.

Die Porphyre erscheinen in der Regel als massige Gesteine, indess zeigen sie doch auch nicht selten eine plattenförmige Absonderung, die mitunter selbst in Schichtung übergeht. Häufig kommt die säulenförmige Absonderung vor, zum Theil in grosser Regelmässigkeit, am gewöhnlichsten als vierseitige Säulen. Zu den Seltenheiten gehört die kugelige Absonderung.

In seinen Lagerungsformen zeigt der Porphyr die gleichen Verhältnisse wie alle Felsarten, die vorzugsweise von massiger Struktur sind, nämlich frei zu Tage gehende Kuppen und deckenartige Ausbreitungen, oder er findet sich in Gängen, Lagergängen und eigentlichen Lagern in andern Gebirgsarten.

Die Mächtigkeit der Porphyrgänge ist sehr verschieden, indem sie von einem Fuss bis zu mehr als tausend Fuss wechselt; sie ist gewöhnlich in der Mitte ihrer Erstreckung am grössten, von wo sie nach ihren beiden Enden hin allmählig abnimmt „bis zu einer endlichen Auskeilung.“ Ihre Länge beträgt zuweilen etliche Meilen. Sie haben theils einen ziemlich regelmässigen Verlauf, theils sind sie so bizarr hin und her gewunden, zugleich bald anschwellend bald wieder sich zusammenziehend, „dass sie bisweilen nur schwierig auf die Vorstellung von Spalten-Ausfüllungen zurückzuführen sind“, und dass selbst Vulkanisten es nicht befremdlich finden, „wenn man sie durch eine gleichzeitige Ausbildung mit ihrem Nebengesteine zu erklären versuchte.“ Gangartig tritt der Porphyr in sehr verschiedenen Felsarten auf, zuweilen aber auch in Massen, die ebenfalls Porphyr sind. Es

ereignet sich auch, dass Porphyrgänge in ihrem weiteren Verlaufe als Quarzgänge fortsetzen; letztere erscheinen indess auch selbstständig in den Porphyren. Zuweilen stehen Porphyrgänge in unmittelbarem Zusammenhange mit Kuppen und Lagern, wodurch letztere zu Lagergängen werden, allein es giebt auch wirkliche Lager, die mit keinen Gängen in Verbindung stehen und zum Theil in regelmässiger Wechsellagerung mit ihrem Nebengesteine auftreten. Ihr näheres Verhalten mag an einigen Beispielen erläutert werden.

Wie K. v. Raumer nachgewiesen hat, macht der Porphyr in Schlesien ein untergeordnetes Glied des rothen Sandstein-Konglomerates aus, mit welchem er aus dem Liegenden ins Hangende folgendermassen wechselt:

1. Graulichweisser Steinkohlensandstein.
2. Graulichgelber Porphyr mit Feldspathkrystallen.
3. Wie Nr. 1.
4. Rothes Konglomerat.
5. Rother Porphyr mit Geschieben.
6. Rother Porphyr mit Feldspathkrystallen.
7. Wie Nr. 4.

Nach v. Veltheim's und Fr. Hoffmann's Untersuchungen sind die Porphyre des Harzes und Saalkreises dem rothen Sandsteine eingelagert und zwischen ihnen tritt die Steinkohlenbildung in folgender Weise auf:

Sandstein.
Porphyr.
Steinkohlen-Formation.
Porphyr.
Sandstein.

Im Leipziger Kreise ist, wie Naumann angiebt, die mächtige Porphyrablagerung, welche sich über einen Raum von 20 Quadratmeilen ausbreitet, dem Rothliegenden regelmässig eingelagert, so dass sie letzteres in zwei Abtheilungen scheidet, obwohl sie sich nebenbei an andern Punkten so mächtig entwickelt, dass sie die obere Abtheilung verdrängt und frei zu Tage tritt. — Nach v. Dechen sind in Westphalen viele mächtige Porphyrlager dem Schiefergebirge meistentheils ganz regelmässig eingelagert und lassen nur selten Spuren von abnormen Verbandverhältnissen wahrnehmen.

Besondere Erwähnung verdienen noch die Porphyr-Konglomerate [Trümmerporphyre], die gewöhnlich an den Rändern der Porphyrablagerungen erscheinen und in eine merkwürdige Beziehung zu ihrem Nebengesteine treten. Am einfachsten zeigen sie sich, wenn die Porphyrmasse aus unbestimmt eckigen Zusammensetzungsstücken besteht, die so genau ineinander passen und fest zusammenschliessen, dass man durchaus diese Struktur als eine ursprüngliche anerkennen muss. Deutlich bildet sich das konglomeratartige Ansehen aus, wenn die eckigen Zusammensetzungsstücke des Porphyrs von einander getrennt und durch eine porphyrische Grundmasse, theils von mehr

erdiger, theils von mehr krystallinischer Beschaffenheit, verbunden sind. In allmähligem Uebergange gehen die eckigen Stücke in abgerundete, zugleich mit Abnahme ihrer Grösse, über und solche Konglomerate sind meist sehr deutlich geschichtet. Werden die Körner noch kleiner, so bilden sie sandsteinartige Gesteine, die durch Aufnahme von Quarzkörnern zuletzt in gewöhnliche Sandsteine übergehen und gleich diesen geschichtet sind. Als letzter Grad der Verfeinerung erscheint dann der sogenannte, schon erwähnte Thonstein, der bisweilen organische Ueberreste, insbesondere Pflanzenabdrücke, aufzuweisen hat. In manchen Porphyren liegen zahlreiche abgeplattete Konkretionen, gewöhnlich von anderer Farbe als die Grundmasse, alle in gleicher Richtung und in parallelen Reihen, so dass durch sie das ganze Gestein wie geschichtet erscheint.

Es ist so eben gezeigt worden, wie aus dem Porphyre allmählige Uebergänge in den Sandstein erfolgen; solche gehören allenthalben, wo beide Felsarten einander berühren, zu den gewöhnlichen Erscheinungen. * Nicht minder deutlich und fast eben so zahlreich erfolgen durch eine Reihe von Mittelgliedern Uebergänge aus dem Porphyr in Granit und Syenit. Eine merkwürdige Verflechtung des Porphyrs ist öfters da beobachtet worden, wo er mit Gneiss und Thonschiefer in Lagerungsbeziehungen tritt. Man sieht alsdann zahlreiche Brocken von diesen Gesteinen in die untersten Porphyrmassen eingelagert, bis sie aufwärts allmählig seltener werden und zuletzt der reine Porphyr ansteht. ** Durch Thonsteinporphyr erfolgt ein unmittelbarer Uebergang in den Pechsteinporphyr und Pechstein überhaupt, und mit dem Trachyte steht der Porphyr ohnedies in einer so nahen Verwandtschaft, dass Mohs beide als Glieder einer und derselben Gruppe aufführte.

Die Porphyre treten gang- und lagerartig bereits im Granit und Gneiss auf, stellen sich weiter im Glimmer- und Thonschiefer ein, setzen sich dann durch das Uebergangsgebirge fort und erreichen ihre grösste Entwickelung in den älteren Flötzgebirgen bis herab zum bunten Sandsteine. Als noch jüngere Porphyre werden die von Davos in Graubündten und andere in Uri angeführt, da sie eine enge Verbindung mit Jurakalk zeigen.

Dass die Porphyrbildung in pyrogener und eruptiver Weise erfolgte, ist ein Fundamentalsatz in der vulkanistischen Lehre. Die Beweise hiefür ergeben sich aus der mineralischen Beschaffenheit der

---

* Besonders schön ist, wie Naumann in seiner Geognosie II. S. 705 bemerklich macht, „die Mitwirkung der Porphyre bei der Bildung des Buntsandsteins am Berge von Roquebrune zu beobachten, wo ein ganz allmähliger Uebergang aus dem Porphyrkonglomerate und Porphyrpsammit in den gewöhnlichen Sandstein im Streichen der Schichten vorliegt. Eben so ausgezeichnet ist der Uebergang des Porphyrs in die Grauwacke der Vogesen [Jahrb. f. Mineral. 1854, S. 728].

** Noch deutlicher werden die Uebergänge des Porphyrs in Thonschiefer, wenn jener, wie im Schwarzathal, gegen die Grenze eine schieferige und flaserige Struktur annimmt, und so allmählig in den Thonschiefer verläuft. Im Lennethal sind den chieferigen Porphyren bereits Thonschieferflasern eingemengt.

Porphyre, der Verrückung der Schichten des Nebengesteines, aus den Dislokationen ganzer Schichtensysteme, aus den Rutschflächen und Spiegeln, den Reibungsprodukten, als welche man die Konglomerate ausgiebt, aus der Verkokung der Steinkohlen, aus den Stielen, mit welchen die Porphyrkuppen in das Erdinnere hinabreichen u. s. w. Diese Argumente sind indess, wie in den bisher betrachteten andern Fällen, nur beweiskräftig für den, der bereits vulkanistischen Glaubens ist; für jeden Andern sind sie völlig unbefriedigend, zumal da sie abermals nur partiell und keineswegs allgemein eintreten. Es verwundert sich aber NAUMANN selbst darüber, dass die angeblichen Einwirkungen des eruptiven Porphyrs auf sein Nebengestein fast nur mechanischer, nicht chemischer Art sind: „es ist gewiss", sagt er, „dass sehr viele, in den verschiedensten Gesteinen aufsetzende Porphyrgänge an ihrem Nebengesteine gar keine auffällige materielle Veränderung hervorgerufen haben", wie doch solche durch die Granite und Syenite so häufig bewerkstelligt wurde. Im Hinblick auf den weiteren Umstand, dass auch die beim Granit so gewöhnlichen Verzweigungen im Nebengesteine den Porphyren fast ganz abgehen, kommt NAUMANN auf die Meinung, dass das porphyrische Material bei seiner Eruption keinen so hohen Grad der Temperatur und Flüssigkeit besessen haben dürfe als das granitische und basaltische. Ob diese Folgerung jedoch, fügt er bei, so weit getrieben werden dürfe, dem porphyrischen Material gar keinen feuerflüssigen, sondern blos einen feuchtflüssigen Zustand zuzuschreiben, dies sei eine Frage, welche wohl verneint werden müsse. — Die Möglichkeit einer feuchtflüssigen Entstehung des Porphyrs erscheint also auch NAUMANN nicht absolut undenkbar, wir halten sie sogar für die einzig zulässige.

Schon der mineralische Charakter des Porphyrs spricht zu unsern Gunsten: er gehört zu den quarzreichsten Gesteinen und kann schon deshalb kein Schmelzprodukt sein.

Ein eben so gültiger Grund ist sein enges Verhältniss zu den älteren Sandsteinen. Er bildet in ihnen regelmässige Lager und wechselt sogar mit ihnen ab, und nicht nur dies, sondern er verknüpft sich mit selbigen noch weiter durch die allmähligsten Uebergänge, wobei man Schritt vor Schritt die Entwickelung des Porphyrs aus dem Sandsteine verfolgen kann. Ferner sind nicht blos Sandsteinbrocken im Porphyr eingeknetet, sondern umgekehrt sind kleinere Porphyrparthien, deren Verhalten man also ganz überschauen kann, in den Sandstein eingeschlossen und von demselben allseitig umhüllt. Im letzteren Falle kann mit aller Evidenz der Mangel von Kanälen, wodurch der schmelzflüssige Porphyr eingeführt worden wäre, nachgewiesen werden. Er muss also auf anderem Wege in sein Nebengestein gelangt sein, und da man die Wahl nur zwischen zweien hat, so muss es der neptunische sein.

Um Anderes zu übergehen, was soll man aber erst dazu sagen, dass sogar Versteinerungen im Porphyre zum Vorschein kommen? Zwar stellen sie sich nicht in allen Abänderungen desselben und auch

nicht an allen Orten ein, aber aus dem Thonsteinporphyr wenigstens sind sie jetzt hinreichend bekannt. Dass sie indess auch dem eigentlichen Porphyr nicht gänzlich fremd sind, dafür hat ein entschiedener Plutonist, v. Dechen *, den Beweis geliefert. Es ist nämlich, wie derselbe berichtet, in dem, dem Grauwackengebirge am Steimel angehörigen Porphyre, der sehr schöne Feldspathkrystalle enthält, das Schwanzschild eines Trilobiten [Homalonotus] gefunden worden, und durch diesen unverhofften Fund findet sich selbst Dechen zur Erklärung genöthigt: „dass der Porphyr, worin diese Versteinerung gefunden worden, nicht in einer hohen Temperatur massenhaft aus der Erdtiefe gekommen und auf der Oberfläche erstarrt sein könne, und dass eine solche Ansicht sich durchaus nicht mit einem organischen Einschlusse dieser Art verträgt."

Die feurigflüssige Entstehung dieses Porphyrs ist demnach auch einem Plutonisten nicht glaubhaft und er sieht sich deshalb in nicht geringer Verlegenheit, während uns der gegebene Fall vollkommen klar ist, indem wir den Porphyr für eine gleichzeitige und gleichartige Ausscheidung in der Grauwacke ansehen, die ohnedies alle Bestandtheile zur Porphyrbildung enthält. Auch Dechen kann es nicht in Abrede stellen, dass eine derartige Erscheinung zu Gunsten der neptunischen Entstehung des Porphyrs zu zeugen scheine; indess getraut er sich doch nicht entschieden diese Folgerung zu ziehen. „Mit dieser Ansicht würde aber", wie er bemerkt, „Alles erschüttert werden, was sich gegenwärtig in der Wissenschaft über die krystallinischen quarzigen Gesteine und ganz besonders über alle, welche feldspathartige Fossilien enthalten, Geltung verschafft habe, und wobei die Bildung derselben in hoher Temperatur vorausgesetzt wird, ebenso wie Feldspathkrystalle noch gegenwärtig, obwohl selten, als Hüttenprodukte erzeugt werden."

Hier haben wir demnach wieder eines der vielen Beispiele, wo die Plutonisten ihrer Theorie eine grössere Geltung als der Evidenz der Thatsachen zugestehen. Um uns nicht länger bei diesem allerdings sehr lehrreichen Falle aufzuhalten, verweisen wir auf dessen gründliche Beleuchtung von Bischof, ** wo er auch darthut, wie Thatsachen von solcher Art die „Nichtigkeit der Hypothese eines plutonischen Metamorphismus in ihrer ganzen Blösse zeigen", und an einem andern Ort *** spricht er seine Freude darüber aus, dass die grossen Feldspathkrystalle des Porphyrs in Gesellschaft des Schwanzschildes eines Homalonotus nunmehr „völlig emanzipirt und erlöst aus der höllischen Bratpfanne, in welcher ihre Brüder seit Dezennien von den Plutonisten gemartert worden, erscheinen."

Der eben besprochene Fall ist kein vereinzelter, sondern seine Bedeutung wird verstärkt durch die zahlreichen Versteinerungen, die

* Archiv f. Mineralog. XIX. S. 367.
** Lehrb. d. chem. u. physik. Geolog. II. S. 317.
*** Jahrb. f. Mineral. 1850. S. 43.

man jetzt aus den Thonsteinporphyren und Thonsteinen kennt. Dieses Auftreten von Petrefakten wird aber um so beweiskräftiger, als nunmehr auch in gewissen, den Porphyren nahe verwandten Gesteinen, den Melaphyren und Grünsteinen, das Vorkommen von Organismen, stellenweise sogar massenhaft, dargethan ist. Den Porphyr insbesondere anbelangend, brauchen wir nur noch dessen Beziehungen zum Sandsteine, mit dem er durch Uebergänge, Ein- und Wechsellagerungen zu einem einzigen grossen Ganzen sich verflicht, ins Auge zu fassen, um die auch von den Gegnern nicht zu bestreitende Schlussfolgerung zu ziehen, dass solche Verhältnisse bei Voraussetzung einer feuerflüssigen eruptiven Bildungsweise als unlösbare Räthsel erscheinen, während sie der neptunistischen Ansicht vollkommen klar darliegen.

18. Der Trachyt.

Im Allgemeinen bezeichnet man mit dem Namen der Trachyte [Trappporphyre] diejenigen Gesteine, welche in einer feinkörnigen oder dichten, meist etwas rauhen, weissen oder grauen, feldspathigen Grundmasse Krystalle von glasigem Feldspath enthalten.

Die feldspathige Grundmasse, über deren chemische Natur die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, wird als Orthoklas, zum Theil auch als Albit und Ryakolith bestimmt. Das Vorkommen des glasigen Feldspathes, wie die gänzliche Abwesenheit des Olivins, wird als wesentliches Merkmal dieser Gesteine, die in einer grossen Mannigfaltigkeit von Abänderungen und gewöhnlich mit Einmengungen anderer Minerale vorkommen, betrachtet. Als wichtigste Varietäten sind nachfolgende anzusehen.

a) Eigentlicher Trachyt, von kompakter oder poröser, meist matter Grundmasse, weiss, grau, gelb, grün, roth, braun bis schwarz gefärbt, am häufigsten weiss oder hellgrau. Der hauptsächlichste Gemengtheil ist der glasige Feldspath, von graulichweisser Farbe, krystallisirt in breiten, gleichwinkligen, sechsseitigen Säulen, die sehr rissig, glasglänzend und durchsichtig sind, meist klein, nicht selten aber auch ½ bis 1″, sogar mitunter einige Zoll lang sind. Ein zweiter Gemengtheil, der nur selten fehlt, ist die Hornblende in schwarzen oder dunkelgrünen, stark glänzenden, nadel- oder säulenförmigen Krystallen. Nicht ganz so allgemein findet sich der Glimmer ein in schwarzen oder braunrothen, glänzenden, sechsseitigen Tafeln. Weit seltner ist der Augit und gewöhnlich nur den dunklen, zum Basalte sich hinneigenden Abänderungen zuständig. Magneteisenerz in kleinen Oktaedern oder Körnern und Titanit in sehr kleinen gelben oder braunen Krystallen kommt öfters vor. Zu den seltneren Gemengtheilen gehören noch Kalkspath, Granat, Nephelin, Chabasit und Mesotyp. Quarz fehlt als Gemengtheil in der Regel ganz, doch kommt auch er in einzelnen Fällen ausnahmsweise zum Vorschein. *

* Die sogenannten braunen Trachyte vom Cantal, die Olivin und Augit führen, werden richtiger zu den basaltischen Gebilden gezählt. Im eigentlichen Trachytgebiete ist das Auftreten des Olivins nur in ganz vereinzelten Ausnahmsfällen bekannt.

Das Gefüge der Trachyte stellt sich in mannigfachen Abstufungen dar. Es ist bald grob- oder feinkörnig [granitischer Trachyt], bald mehr flaserig oder schieferig, gewöhnlich aber mehr dicht und feinkörnig und von entschiedener porphyrischer Struktur. Geht letztere in eine erdige, gleichwohl aber spröde und klingende, graulichweisse Masse über, in welcher nur kleine Krystalle von glasigem Feldspathe, öfters auch Glimmer, seltener Hornblende eingesprengt ist, so führt sie den Namen Domit, der hauptsächlich in der Auvergne vorkommt und hier unter andern die Kuppeln des Puy de Dôme und Sarcouy bildet. Der halbglasige Trachyt hat eine beinahe glasartige glänzende Grundmasse von muscheligem Bruche und meist schwarzer oder brauner Farbe, wodurch er sich dem Basalte nähert, von diesem aber schon sich dadurch unterscheidet, dass er zu weissem Email schmilzt. Die Krystalle vom glasigen Feldspathe sind klein, spärlich und wie in die Grundmasse verflossen. Es giebt auch Trachyte, die gar keine Feldspath-Krystalle, oder doch nur äusserst selten, enthalten, dagegen Hornblende, Augit, manchmal auch Glimmer oder sogar Olivin. Alle Abänderungen des Trachytes werden zuweilen blasig und dabei meist dunkelfarbig, so dass sie dann ein schlackenähnliches rauhes Ansehen erhalten.

Unter dem Namen der Trachytporphyre werden von den eigentlichen Trachyten solche Gesteine unterschieden, denen Hornblende, Augit und schlackenähnliche Bildungen ganz abgehen, die dagegen sehr häufig Quarz als ausgeschiedenen Gemengtheil, zum Theil auch der felsitischen Grundmasse fein beigemengt, enthalten. Es giebt zwar ebenfalls ganz quarzfreie Trachytporphyre, aber vorwiegend, und wenigstens in theoretischer Hinsicht am bedeutsamsten, sind die quarzführenden, die nebst glasigem Feldspath und schwarzem Glimmer auch mehr oder minder zahlreiche Quarzkrystalle aufzuweisen haben. Beide Abänderungen sind übrigens durch gemeinsames Vorkommen und gegenseitige Uebergänge so innig mit einander verbunden, dass man nicht sagen kann, wo die eine beginnt und die andere aufhört.

Unter den mancherlei Abänderungen der quarzführenden Trachytporphyre wollen wir nur zwei bemerklich machen. Erstlich die Mühlsteinporphyre, die besonders ausgezeichnet in Ungarn und auf einigen griechischen Inseln vorkommen und eine Menge Blasenräume enthalten. Dann die thonsteinigen Trachytporphyre von den Inseln Ponza und Zannone, deren Grundmasse zelligem Süsswasserkalke höchst ähnlich ist, in welcher glasige Feldspathe, Quarzkörner und bisweilen auch Glimmerblättchen eingesprengt sind. Was aber am merkwürdigsten: auf Klüften finden sich häufig Drusen von Bergkrystallen, bisweilen von der Länge einiger Zoll.

b) Trachytische Konglomerate und Tuffe treten fast immer in Verbindung mit grösseren Trachyt-Ablagerungen auf. Die Konglomerate und Breccien bestehen aus Brocken und mitunter auch aus gewaltigen Blöcken von Trachyt, die durch eine trachytische

Grundmasse verbunden sind. Durch Verkleinerung der Einschlüsse gehen sie in die Tuffe über, welche ein sandstein- oder kreideartiges Ansehen haben, von meist weisser, lichtgrauer, gelber, grüner und rother Farbe; sie sind deutlich geschichtet, machen die Lagerstätte der meisten Opale aus und schliessen nicht selten Versteinerungen ein, wie denn z. B. C. v. Ettingshausen aus den schieferigen Trachyttuffen von Tokai 67 Pflanzenarten, der Tertiärperiode angehörig, beschrieben hat.

Der sogenannte Alaunstein ist als eine sehr feine, dichte und erdige, mit Alumit gemengte Abänderung von Trachyttuff oder Bimsteintuff anzusehen, die im Kirchenstaate, in Ungarn und einigen andern trachytischen Gegenden vorkommt.

c) Der Andesit, welcher die Vulkane der südamerikanischen Andes [Chimborazo, Antisena, Pichincha, Cotopaxi] bildet, hat eine dunkelgraue bis schwarze Grundmasse, die aus dem Feinkörnigen ins Dichte übergeht, und viele kleine weisse Albitkrystalle, auch kleine schwarze Hornblendekrystalle enthält, während der glasige Feldspath ganz fehlt oder doch nur selten auftritt. Aehnliche Gesteine formiren auch die Gipfel des Ararats und des Elbrus.

d) Der Graustein ist schwärzlich-, oder röthlich- oder bläulichgrau, dicht bis grobkörnig, sehr fest und enthält graue oder röthlichweisse Feldspathkrystalle, die nicht rissig sind, ausserdem noch etwas Augit und Glimmer. Er kommt am Aetna, auf den liparischen Inseln, auf den Ponza-Inseln, auf Ischia und Procida vor. Brochant charakterisirt ihn als ein aschgraues feinkörniges Gemenge von Feldspath und Hornblende, wozu noch Augit und Olivin tritt. Dem Graustein verwandte, zum Theil selbst identische Gesteine, zu denen auch die des Pic von Teneriffa gehören, bezeichnete Abich als Trachytdolerite und beschreibt sie als Gemenge von Feldspath [Oligoklas] mit Hornblende, oder mit Augit und etwas Magneteisenerz, bisweilen auch mit Glimmer.

Die Trachyte haben in der Regel eine massige Struktur, doch kommen auch Absonderungen in Bänken und Platten vor und die Konglomerate und Tuffe sind häufig deutlich geschichtet. Nicht selten stellt sich säulenförmige Absonderung ein und die Säulen erscheinen mitunter so ausgezeichnet wie die des Basaltes [z. B. an der Wolkenburg im Siebengebirge].

Die Trachyte sind auch zuweilen erzführend, so z. B. bei Königsberg am rechten Granufer in Ungarn, wo mächtige Quarzgänge, die sich durch ihren Goldreichthum auszeichnen, den Trachyt durchsetzen.

Uebergänge bilden die Trachyte zunächst in die Porphyre, und es giebt gewisse Trachytporphyre, die manchen Felsitporphyren so vollkommen ähnlich sind, dass man sie in Handstücken nicht voneinander unterscheiden und ihre Zugehörigkeit nur nach den sonstigen geognostischen Verhältnissen bestimmen kann. Andere Uebergänge erfolgen in Grünsteine, Klingsteine, sowie in die amorphen Silikatgesteine: Perlstein, Pechstein, Bimstein und Obsidian. Die trachytischen Tuffe

gehen unmittelbar über in die Bimsteintuffe. Mit basaltischen Gebilden treten die trachytischen auch in Beziehungen, doch im Allgemeinen behaupten sie gegen diese, trotz ihrer nahen chemischen Verwandtschaft, eine gewisse Selbstständigkeit und Unabhängigkeit. Es sind hauptsächlich die Endglieder in der grossen Reihe der Trachytgesteine, vermittelst welcher diese in näherem Zusammenhange mit den basaltischen Gebilden stehen.

Die häufigste Form, unter welcher die Trachyte erscheinen, ist die von reihen- oder gruppenartig geordneten Bergen, die in schroffen Kegeln, Kuppeln und Domen aufsteigen, oft zu ungeheuren Höhen, wovon die südamerikanische Andeskette mit ihren kolossalen Vulkanen das imposanteste Beispiel liefert. Seltner kommen die Trachyte in andern Lagerungsformen vor. Mit trachytischen Tuffen und Konglomeraten treten sie in regelmässiger Wechsellagerung auf und stellen sich also als Lager dar. Bisweilen erscheinen sie in Form von Strömen, zumal dann, wenn, wie in der Auvergne, ihr Zusammenhang mit solchen Trachytbergen, die nach Art der Vulkane am Gipfel eine kraterförmige Aushöhlung zeigen, nachgewiesen werden kann. Mitunter bildet der Trachyt auch Gänge, welche die Schichten der Trachyt- und Basaltgebilde oder auch anderer Formationen durchsetzen.

Das Alter der Trachytgebilde ist in den meisten Fällen nicht mit Sicherheit zu bestimmen, da man zwar weiss, dass sie vom Granite an bis herein in die Tertiärzeit sehr verschiedenen Formationen aufgesetzt sind, dagegen aus Mangel einer Ueberlagerung, oder doch nur von ganz neuen Bildungen, keine nähere Altersbestimmung möglich ist. In der Regel gehen die Trachytgesteine frei zu Tage aus, ohne alle weitere Bedeckung. In der südamerikanischen Andeskette, wo sie zu ihrer kolossalsten Entwickelung gelangen, sind sie gewöhnlich mit Porphyren verbunden, über welchen sie ihre gewaltigen Häupter frei und kühn erheben. Diese Porphyre, welche v. Humboldt dem Uebergangsgebirge zuweist, reich an Gold- und Silbererzen, aber ohne Quarz, dagegen mit Hornblende, glasigem Feldspathe und selbst mit Augit gemengt, zeigen so häufig den Anschein von Uebergängen in Trachyt, dass man oft nicht weiss, wo diese aufhören und die Porphyre anfangen.

Die geographische Verbreitung der Trachytformation ist mehr sporadisch als allgemein, dagegen mitunter von einer ungeheuern Massenentwickelung. In Europa erlangt sie in Ungarn ihre grösste Ausbreitung, hier fehlt zugleich jedes Anzeichen, das auf vulkanische Wirkungen bezogen werden könnte. Deutschland ist sehr spärlich mit Trachyten bedacht; man kennt blos die Gleichenberge bei Gratz und das Siebengebirge [mit der Wolkenburg und dem Drachensteine] am Rheine. Auf Island sind sie ebenfalls nur von untergeordneter Bedeutung. Dagegen treten sie im mittleren Frankreich in erheblicherer Ausdehnung auf und sind hier zugleich von grosser geologischer Wichtigkeit. Am bekanntesten ist die Kette der Puys bei Clermont, die in einer Länge von acht Stunden von Nord nach Süd zieht und eine

Reihe kegelförmiger Berge trägt, welche auf der 500 Meter hohen granitischen Hochebene der Auvergne aufsitzen. Der höchste Berg darunter ist der Puy de Dôme, der zu einer Höhe von 1 176 Meter über dem Meere aufsteigt, also etwa 3000 Fuss über die Hochebene erhöht ist. Die am weitesten verbreitete Felsart ist der Domit, der entweder unförmliche Massen oder schlacken- und aschenartige Anhäufungen bildet, aus denen die Kegelberge zusammengesetzt sind. Weit die meisten dieser Kegel zeigen Krater, die auf der einen Seite eingestürzt sind und hier einem trachytischen Strome Ausfluss gegeben haben, der nach Art eines Lava- oder Schlammstromes sich ergossen hat. Aehnliche trachytische Ströme kommen am Mont d'Or vor, einer Gebirgskuppe, die aus aufeinander geschichteten Lagern von Trachyt und Basalt besteht, die mit Konglomeraten wechseln und wo die Trachyte von basaltischen Gängen durchsetzt werden, während man zugleich auch trachytische findet. Vom Cantal werden ebenfalls trachytische Ströme angeführt.

Auch Italien hat viele trachytische Gebilde aufzuweisen: in den Euganeen, an der Rocca Monfina und in den phlegräischen Feldern unweit Neapel, am Aetna, auf den liparischen Inseln, Ponza, Ischia, wo von dem Epomeo ein trachytischer Strom ausgeht, der im Jahre 1302 ergossen worden sein soll. Ferner sind zu nennen Santorin nebst einigen andern griechischen Inseln, der Pic de Teyde auf Teneriffa, Java, Kamtschatka, Kaukasus, Ararat, und zuletzt insbesondere noch die südamerikanische Andeskette, wo alle die riesenhaften Vulkane, wie Chimborazo, Pichincha u. s. w. aus Trachyt bestehen, von denen jedoch die meisten keine Spur von Laven oder Aschenkegeln aufzuweisen haben.

Trachytbildung.

Obgleich an vielen Punkten, namentlich aber in dem weit ausgebreiteten trachytischen Bezirke von Ungarn, kein Anzeichen einer vulkanischen Bearbeitung des Trachytes vorliegt, so ist es doch nicht zu verwundern, dass im Hinblicke auf andere Distrikte, wo Trachyte unter Verhältnissen auftreten, die als Folge feurigen Einflusses gedeutet werden können, die Ansicht, dass dieses Gestein ein ächt vulkanisches Gebilde sei, die allgemein herrschende geworden ist. Als Gründe werden im Allgemeinen folgende aufgeführt. a) Die trachytischen Gesteine sind, wie Elie de Beaumont * sich äussert, diejenigen, „welche fast einzig und allein in die Zusammensetzung unserer heutigen Vulkane eingehen; sie nehmen einen nicht minder grossen Antheil an der Zusammensetzung jener älteren ausgestorbenen Vulkane, welche in vielen Ländern sich vorfinden, und es kann wohl mit Fug und Recht behauptet werden, dass überall, wo Eruptionskegel und Schlackenanhäufungen vorkommen, die trachytischen Gebilde einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Gebirges genommen haben.“ b) Aus historischen

* Geologie von Vogt. II. S. 142.

Dokumenten, zum Theil selbst sehr neuen Datums, kann dargethan werden, dass in Folge vulkanischer Ausbrüche Trachyte theils aus dem Meere aufgestiegen sind, theils auf dem Lande aus Trachytbergen in Strömen sich ergossen haben. c) In der Auvergne giebt es viele Trachytberge, die nicht nur durch ihre in Krater ausgehenden Gipfel sich als ehemalige, nunmehr erloschene, Vulkane kund geben, sondern als solche sich durch die Ströme, welche von ihnen entspringen und ganz nach Art der Lavagüsse geflossen sind, beurkunden. d) Der Zusammenhang mit basaltischen Gebilden, theils durch Uebergänge, theils durch Lagerungsbeziehungen, lässt für die Trachyte eine gleiche Entstehungsweise wie für jene erwarten. e) Der noch näher liegende Zusammenhang mit ächt glasartigen Bildungen, Bimstein, Obsidian und Perlstein rechtfertigt gleichfalls eine solche Annahme. f) Endlich kommen bei Trachyten mitunter Einwirkungen auf das Nebengestein vor, die lediglich von einem feuerflüssigen eruptiven Gebilde ausgegangen sein konnten. — Gegen diese Argumente lassen sich folgende Bedenken erheben.

a) Bei dem wesentlichen Antheile, den die Trachyte an der Zusammensetzung der aktiven Vulkane nehmen, ist allerdings ein Kausalnexus zwischen diesen Gesteinen und den vulkanischen Gewalten anzuerkennen. Es fragt sich nun aber, ob die Trachytberge einfache Produkte der vulkanischen Kraftäusserungen sind, oder ob nicht umgekehrt die letzteren die Veranlassung ihrer Thätigkeit erst in der Beschaffenheit der trachytischen und, wie wir noch hinzufügen, der basaltischen Gebilde finden. Elie de Beaumont und mit ihm sämmtliche Vulkanisten nehmen unbedingt das Erstere an und betrachten demnach alle Trachytberge, sie mögen mit oder ohne Krater versehen sein, als durch vulkanische Gewalten erzeugte Aufhäufungen von ausgeworfenen Trachytlaven; selbst die Riesengrösse eines Chimborazo oder Pichincha schreckt sie von einer solchen Annahme nicht ab. Die Frage, ob die trachytischen und basaltischen Gebilde nicht etwa zu den wesentlichen Bedingungen vulkanischer Thätigkeit gehören, ist übrigens den Vulkanisten nicht einmal in den Sinn gekommen, geschweige erörtert worden.

Davon mehr bei der Betrachtung der basaltischen Gesteine.

b) Zu Gunsten trachytischer Bildungen aus neueren Zeiten beruft man sich insbesondere auf die Insel Santorin im griechischen Archipel und auf den Lavastrom del Arso auf Ischia. Was die erstere anbelangt, so beruhen die in ihrer Nähe vorgekommenen Erhebungen neuer Inseln auf historischen Dokumenten, deren Glaubwürdigkeit wir einstweilen *bona fide* hinnehmen müssen. Die Insel Santorin, grösstentheils aus trachytischen Gebilden aufgebaut, hat eine hufeisenartige Form, die ehemals ringartig gewesen sein soll, indem in der Ergänzung dieses Ringes wenigstens noch jetzt zwei Inseln liegen, von denen die grössere erst durch ein Erdbeben, wie Plinius berichtet, abgerissen wurde. Innerhalb dieses Ringes erhob sich ungefähr um das Jahr 186 vor Christi Geburt eine trachytische Insel aus

dem Meeresgrunde und im Jahre 19 nach Chr. dicht in der Nähe eine andere, die jedoch später durch weitere Hebungen mit der erstern vereinigt wurde. Eine zweite Insel entstand in ähnlicher Weise im Jahre 1573 durch eine Eruption. Zwischen 1707 und 1709 erhob sich eine dritte Insel an einer Stelle, die vorher 400 Fuss tief war. Sie bestand anfänglich aus zwei Theilen: einer weissen Insel, die aus einem einzigen Block leichten porösen Bimsteins zusammengesetzt war, und einer schwarzen Insel, die von zahlreichen Felsen brauner Trachyte gebildet wurde. Sie sollen ohne Erschütterung, Getöse oder Flammen aus dem Meere aufgestiegen sein und noch Austern auf ihrer Oberfläche getragen haben. Nach Vereinigung der beiden Inseln erhitzte sich unter fortwährender Erhebung derselben das Wasser und endlich entstand ein Vulkan von 330 Fuss Höhe, der längere Zeit Flammen, Aschen und Laven ausspie, jetzt aber beruhigt ist. Gegenwärtig scheint eine neue Insel in Bildung begriffen zu sein, denn im Jahre 1810 hatte das Meer in dieser Region eine Tiefe von 15 Faden, 1830 nur noch von 3—4 und 1835 blos von 2 Faden. — Elie de Beaumont sieht diese neuentstandenen Inseln, die verbrannten genannt, selbst nicht als das Erzeugniss der Aufschüttung des Trachytes um einen Krater herum an, sondern lediglich als eine durch vulkanische Gewalten bewerkstelligte partielle Emportreibung des alten Meeresbodens, durch welchen zuletzt freilich die unterirdischen Mächte sich in der Bildung eines Kraters Luft machten. Ich habe dieses Beispiel absichtlich ausführlicher angeführt, damit der Leser daraus von selbst ersehen mag, dass es zur Lösung der Frage von der primitiven Entstehung des Trachytes keinen Anhaltspunkt bieten kann, und dass es eben so wenig geeignet ist einen solchen für die Theorie von der Hebung ganzer Gebirgsketten und Kontinente abzugeben, so häufig man sich auch deshalb auf diese hier geschilderten Fälle beruft.

Belangreicher sind die Angaben von modernen trachytischen Strömen, doch ist mir unter den aus Europa angeführten Fällen nur ein einziger mit Bezeichnung des Datums bekannt geworden. Der Epomeo auf der Insel Ischia, 2600 Fuss hoch, soll im Jahre 1302 unerwartet eine Eruption gehabt haben, durch welche der berühmte trachytische Lavastrom del Arso gebildet wurde. Unter der Voraussetzung, dass diese Angabe authentisch ist, wird nur zu untersuchen sein, ob die Natur dieses Stromes die Möglichkeit einer Bildung auf feurigem Wege zulässt. Hierüber können wir uns hinreichende Auskunft bei Abich erholen, der diesen angeblichen Lavastrom untersucht hat. Ihm zufolge enthält derselbe in einer krystallinisch glänzenden porösen Grundmasse glasige Feldspathkrystalle, kleine Glimmerblättchen, wenig Augittheilchen und Olivinkörner, sowie eingesprengtes Magneteisen. Als quarzfrei könnte dieser Masse allerdings die Möglichkeit einer feuerflüssigen Bildung zugestanden werden; nur ein Bedenken steht der unbedingten Anerkennung entgegen, dass man nämlich nach den Untersuchungen von Sartorius von Waltershausen in den neuen Laven niemals auch nur die geringsten Spuren von Glimmer

wahrnimmt, dieser vielmehr erst in den ältern vulkanischen Bildungen sich bemerkbar macht. Würde sich dieses Bedenken dadurch beseitigen lassen, dass der Glimmer auch jetzt noch als Feuer-Produkt zuweilen sich erzeugen soll — eine Annahme, die freilich von Bischof entschieden verneint wird — so würde es gleichwohl übereilt sein, die allgemeine Schlussfolgerung zu ziehen, dass aller Trachyt als ein vulkanisches Gebilde anerkannt werden müsse. Es würde nicht mehr und nicht weniger daraus sich folgern lassen, als dass, wie es vom Basalte bekannt ist, geschmolzener Trachyt beim Erkalten unter günstigen Umständen abermals eine trachytische Beschaffenheit erlangen könne. Indess schon diese Folgerung, obwohl sie die Frage von der primitiven Trachytbildung gar nicht berührt, ist doch so bedeutsam, dass sie nicht schlechthin auf das Zeugniss alter Berichte, deren Verlässigkeit beanstandet werden kann, geglaubt werden darf, sondern erst durch das Experiment ihre Bestätigung abzuwarten hat.

c) Ich nehme keinen Anstand mich der Meinung anzuschliessen, dass die mit Kratern versehenen Trachytberge der Auvergne als alte erloschene Vulkane zu betrachten sein dürften; die Wahrscheinlichkeit spricht für eine derartige Annahme. Zu einem solchen unumwundenen Zugeständnisse kann ich mich dagegen bezüglich der Lavanatur der von ihnen ausgeflossenen Ströme nicht verstehen. Erstlich bin ich nicht versichert, ob diese angeblichen Ströme vollkommen quarzfrei sich verhalten, was zu ihrer Anerkennung als Laven unumgänglich nothwendig ist; meine Bedenken steigern sich, weil in den Trachyten des Cantals eingesprengter Quarz nachgewiesen ist. Ferner liegt in der grossen Anzahl von trachytischen Lavaströmen in der Auvergne etwas Befremdendes, da bekanntlich in der Kette der Kordilleren solche fast ganz fehlen. Daher dürfte es sich fragen, ob nicht etwa diese alten Ströme, von deren Entstehung die Geschichte uns nichts zu berichten weiss, einer ganz anderen Kategorie von Ergiessungen angehören, d. h. ob sie sich nicht als unter Vermittelung des Wassers gebildete breiartige Schlammströme deuten lassen; eine Möglichkeit, die wenigstens *a priori* nicht bestritten werden kann.

d) Die Folgerung, dass aus dem engen Zusammenhange trachytischer Bildungen mit basaltischen auf gleichartige Entstehung beider geschlossen werden dürfe, ist eine wohl berechtigte, wird aber am zweckmässigsten bei der Erörterung der Basalte besprochen werden. *

e) Die gleiche Folgerung bezüglich der glasartigen, mit dem Trachyte in nahe Beziehung tretenden Gesteine wird bei der Betrachtung der letzteren ihre Würdigung erhalten.

f) Von Einflüssen der Trachyte auf ihr Nebengestein wissen die Geologen nur sehr wenig zu melden, wovon Folgendes das Wesentlichste. Am Cantal werden die tertiären Formationen durch Trachyt überlagert; an einem Punkte erscheinen jene bald durch Spalten und Klüfte zerrissen, bald sind die getrennten Schichten nach entgegenge-

* Leonhard's Basaltgebilde II. S. 464. — Naumann, Geognos. I. S. 777.

setzten Seiten geneigt, bald liegen Trümmer von Süsswasserkalk bis zu 60 Fuss Durchmesser mitten im Trachyt. Im Velay sind im Trachyt Granit-Bruchstücke eingeschlossen, die ohngefähr die nämlichen Veränderungen, wie die im Basalte enthaltenen, zeigen. Auf dem Eilande Zanone überdeckt Trachyt den Uebergangskalk, wobei letzterer an der Grenze dolomitisch wird. Auf der Insel Ponza hat der Trachyt das Trachytkonglomerat überall auf 2 bis 30 Fuss Abstand zu einem hyalinen pechsteinähnlichen Gesteine von dunkel bouteillengrüner Farbe „umgeschmolzen"; der Pechstein schneidet am Trachyt scharf ab, geht aber ganz allmählig in das erdige Konglomerat über. Wenn schon der oben angeführte Fall höchst merkwürdig ist, „weil er die Möglichkeit einer vollständigen Umschmelzung des Nebengesteines bis auf 30 Fuss Entfernung darthut" — eine Kraftäusserung, gegen welche die von der Gluth eines Hohofens auf seine Ummauerung ausgehende als eine ganz und gar zwerghafte erscheint — so ist doch der folgende Fall noch ungleich interessanter. Im Trachyt des Puy de Dôme finden sich Feldspath-Stücke, einige Kubikzoll gross, eingeschlossen. Da wo der Feldspath vom Trachyt begrenzt wird, zeigt sich keine Spur von Schmelzung, auch nichts Rissiges auf der Oberfläche, die ihren vollkommenen Perlmutterglanz und die ganze Deutlichkeit der Durchgänge behält; dagegen finden sich im Innern „verglaste", bimsteinartige Parthien. Hier hat also die Gluthhitze des Trachyts im Kontakt sich unmächtig erwiesen, erst in der Distanz hat sie ihre Stärke erlangt. Auch wieder ein Beweis, dass das vulkanische Feuer der Vorzeit ganz anderer Art gewesen ist als das der Neuzeit.

Was gleich von Anfang an, nachdem man mit dem Trachyte genauer bekannt geworden war, der Meinung von seinem feurigen Ursprunge einen leichten Eingang bereitete, waren seine Einschlüsse von sogenanntem glasigen Feldspathe, dessen glasartiges rissiges Ansehen zur Vermuthung führte, dass solches durch die von seinem Muttergesteine ausgegangene Hitze veranlasst worden sei. Diese Vermuthung musste allerdings aufgegeben werden, als nachgewiesen wurde, dass dieser glasige Feldspath in seiner Qualität gar nichts Glasiges an sich hat, sondern durch und durch krystallinisch wie jeder andere Feldspath ist; allein die Meinung war einmal in Umlauf gekommen und so wirkte sie denn fort bei der Interpretation der geognostischen Verhältnisse des Trachytes und gewann einen weiteren Anhaltspunkt in dem engen Zusammenhange der Trachyte mit den Bimsteinen, Obsidianen und Perlsteinen, deren glasartige Natur allerdings unbestreitbar ist, während ihre vulkanische den erheblichsten Bedenken unterliegt.

Indess gewichtige Thatsachen sprechen gegen die Entstehung des Trachyts auf feurigem Wege.

Erstlich enthalten trachytische Gesteine, insbesondere die Trachytporphyre, so häufig Quarz als eingemengten wesentlichen Bestandtheil, dass wenigstens diese nicht als vulkanische Produkte angesprochen werden dürfen. Wenn nun aber auch quarzführende und quarzfreie Trachyte häufig räumlich voneinander geschieden sind, so sind sie dagegen

an andern Orten so innig mit einander verbunden, dass den einen wie den andern eine gleichartige und gleichzeitige Entstehungsweise nothwendig zuerkannt werden muss.

Wenn ferner von Schichtungsstörungen, die der Trachyt auf der von ihm überlagerten Formation hervorgebracht haben soll, die Rede ist, so sind hier einzelne wenige Fälle aufgegriffen; in der Regel ist wenigstens von ihm aus keine Beeinträchtigung der Ordnung erfolgt.*

Tritt der Trachyt in nähere Beziehungen zu trachytischen Konglomeraten und Tuffen, so geht er häufig eine regelmässige Wechsellagerung mit diesen ein und fügt sich in deren Schichtungsgesetze, so gut als dies bei den Porphyren und Grünsteinen der Fall ist.

Die Trachyttuffe zeichnen sich aber nicht blos durch ihre reguläre Schichtung aus, sondern sie enthalten auch zum Theil zahlreiche Ueberreste organischer Wesen. Wir halten aber diese Tuffe, welche in mächtiger Verbreitung auch in solchen Gegenden vorkommen, wo alle vulkanischen Anzeichen fehlen, keineswegs für von Feuerbergen — zumal wo solche gar nicht existiren — ausgeworfene und dann durch Wasser zusammengebackene Massen; so wenig als dies uns bezüglich ähnlicher Gebilde der Porphyre und Grünsteine annehmbar erscheint. ** Wir sehen dagegen, wie bei eben genannten Felsarten, in den trachytischen Tuffen das Endglied einer Entwickelungsreihe, welche in den Trachytporphyren und in den sogenannten granitartigen Trachyten das Maximum ihrer Ausbildung erlangt und hiemit an Porphyre und selbst Granite sich innig anschliesst. Die Versteinerungen der Trachyttuffe sind uns daher sprechende Zeugen für den neptunischen Ursprung der Trachyte überhaupt.

Die innige Verwandtschaft, in welcher die Trachyte zu den Felsitporphyren, sowohl ihrer mineralischen Zusammensetzung als ihren Uebergängen nach, stehen, giebt die Berechtigung, für beide eine gleiche Entstehungsweise vorauszusetzen. Insbesondere sind es die Trachytporphyre, welche sich enge an die Felsitporphyre, sowie an die Granite anschliessen: jene porphyrartigen Gesteine, wie Abich diese Trachyte treffend charakterisirt, welche in krystallinischer Feldspath-Grundmasse, neben spärlichen und meist kleinen Krystallen von glasigem Feldspath, oft sehr deutliche Quarzkrystalle und Glimmer enthalten, ohne Spur von Hornblende, Augit und Titaneisen. Die Uebereinstimmung wird so gross, dass Abich sich genöthigt sieht, davor zu warnen, dass man diese Gesteine, welche in allen ihren Modifikationen an das Urgebirge und seine Abarten erinnern, nicht allzuscharf auf ihre mineralogische Konstitution, sondern mehr auf ihre geognostischen Beziehungen, betrachten solle, um nicht in Gefahr zu gerathen, sie

* So z. B. erklärte v. Dechen noch vor Kurzem, dass im Siebengebirge die Trachyte zwar das Grauwackengebirge „durchbrochen" hätten, ohne jedoch auf dessen Schichten in einiger Entfernung Einfluss zu üben [Jahrb. f. Mineral. 1853, S. 193].

** Dass die Trapptuffe überhaupt weder Auswürfe von Vulkanen noch mechanische Bildungen sind, darüber ist zu vergleichen Mohs in seiner Geognos. §. 325 und 326.

dem Kreise vulkanischer Wirkung zu entrücken. Auch Fr. Hoffmann kann es nicht leugnen, dass der Trachyt dem Granit oft so täuschend ähnlich ist, dass er in vielen Gegenden geradezu mit ihm verwechselt wurde.

Im Hinblick auf diese Verwandtschaft hat sich deshalb Nep. v. Fuchs für berechtigt gehalten, den Trachyt für einen unvollkommen ausgebildeten oder in der Bildung gestörten Granit zu betrachten, bei dessen Entstehung vermuthlich eine höhere Temperatur obwaltete, wodurch Wasserdämpfe erzeugt wurden, welche öfters das Ganze porös und blasig machten und zugleich das Hervortreten des Quarzes in deutlichen Krystallen und Körnern verhinderten. Sartorius von Waltershausen* hat diese Ansicht auf Grund seiner chemischen Analysen insofern bestätigt, als er zeigte, dass sich eine und dieselbe sehr kieselerdereiche flüssige Grundmasse, nur nach der chemischen Zusammensetzung zu urtheilen, eben so gut in einen Granit als in einen Trachyt umwandeln könne, wobei im ersteren Falle ein grösseres, im zweiten ein geringeres spezifisches Gewicht den erstarrenden Gesteinen zu Theil werden würde. Schafhäutl ** hat die von Fuchs ausgesprochene Ansicht noch weiter ausgeführt, indem er zu Gunsten der neptunischen Entstehung des Trachyts sich insbesondere auf die zahlreichen Infusorien der sogenannten trachytartigen Auswürfe der Vulkane berief, ferner auf die bimsteinartigen Massen, welche auf nassem Wege erzeugt werden können, so wie auf die wasserhaltigen Obsidiane, Pech- und Perlsteine von organischen Materien gefärbt, welche sogar den Stickstoff unter ihre Bestandtheile zählen und sich schon in verhältnissmässig geringer Hitze in eine Schaummasse verwandeln. Auf diese Verhältnisse, von denen wir bei den Glasiten ausführlicher sprechen werden, sich beziehend, weist Schafhäutl die Meinung von der vulkanischen Bildung des Trachytes zurück und spricht sich bezüglich der trachytischen Ströme der Vorwelt dahin aus, dass sie gallertartige wässerige Ströme gewesen seien, die dem Innern der Vulkane entstiegen und in den Schlammströmen unserer gegenwärtig thätigen Vulkane ein Analogon finden, nur dass dort der Chemismus, hier mehr mechanische Anschwemmungen das bedingende Prinzip abgegeben haben.

Das Letztere ist allerdings nur eine Hypothese, die aber zu den Gesammterscheinungen der Trachyt-Formation in einem richtigeren Verhältnisse steht als wenn man diese ganze Bildung in Bausch und Bogen aus dem Feuer hervorgehen lassen will. Freilich sind wir noch weit entfernt von einer vollständigen befriedigenden Kenntniss der trachytischen Gebilde, und eben deshalb ist es auch nicht möglich mit Sicherheit über ihren Bildungsmodus zu entscheiden.*** Aus diesem

* Ueber die vulkan. Gesteine in Sizilien und Island. S. 359 u. 397.

** Münchner gel. Anzeig. XX. S. 265.

*** Selbst v. Leonhard [Lehrb. d. Geognos. u. Geolog. S. 564], obwohl er die Trachyte unbedenklich für pyrogene Erzeugnisse ansieht, kann nicht umhin, auf ihre

Grunde adoptire ich auch den Ausspruch, mit welchem Bischof * seine Betrachtungen über die Bildung des Trachytes schliesst. „Man sieht, nach allen Seiten hin stösst man auf Schwierigkeiten, sich eine richtige Vorstellung von der Bildung solcher Trachyte zu machen, welche keine Störungen in den Schichten des sie umgebenden Grundgebirges veranlasst haben und in deren Nähe trachytische Lavaströme und andere Kennzeichen vulkanischer Eruptionen gänzlich fehlen. Aber eben deswegen kann man keineswegs den Glauben hegen, dass man mit der Genesis der Trachyte im Reinen ist, und dass weitere Forschungen überflüssig sind"; im Gegentheil hat es sich, wie ich hinzufüge, jetzt erst recht klar herausgestellt, wie wenig die bisherigen zu einer sichern Einsicht in die Trachytbildung ausreichen und wie nothwendig es ist, in dieser Beziehung weitere Untersuchungen anzustellen. Wir werden dasselbe Geständniss auch hinsichtlich der Basaltbildung ablegen müssen.

19. Der Klingstein.

Der Klingstein [Phonolith, Porphyrschiefer] ist ein einfaches krystallinisches Gestein, meist licht grünlichgrau und rauchgrau, das in Gelblich- und Aschgrau, in Lauch- und Schwärzlichgrün und in Leberbraun übergeht. Er ist gewöhnlich schieferig, im Querbruch splitterig oder eben, an den Kanten durchscheinend, hart im geringen Grade, matt oder schimmernd, spröde und giebt in dünnen Platten einen hellen Klang. An der Luft bedeckt er sich mit einer grauen erdigen Rinde. Vor dem Löthrohre schmilzt er leicht zu einem weissen Glase, wodurch er sich gleich vom Hornstein unterscheidet.

Der Klingstein ist ein feldspathiges Gestein, dessen chemische Zusammensetzung der des Oligoklases entspricht. Mit Salzsäure behandelt scheidet er sich in einen unauflöslichen Bestandtheil, der seiner Zusammensetzung nach dem glasigen Feldspathe verwandt ist, und in einen zersetzbaren zeolithartigen Bestandtheil.

Fast stets enthält der Klingstein glasigen Feldspath eingewachsen und wird dadurch porphyrartig. Sehr häufig sind noch schwarze Hornblendenadeln und kleine gelbe Titanitkrystalle, seltner Glimmerblättchen eingesprengt; auch Magneteisenerz kommt öfters vor und ist, wenn es nicht deutlich sichtbar ist, durch die Magnetnadel erkennbar. Dagegen fehlen beständig Augit und Olivin und dies, so wie seine lichtere Färbung und die schieferige Struktur, lässt den Klingstein leicht vom Basalt unterscheiden. Die porösen und blasigen Abänderungen enthalten ausserdem auf Klüften und in Blasenräumen

grosse Verschiedenartigkeit von eigentlichen vulkanischen Bildungen aufmerksam zu machen. „Trachyte", sagt er, „machen gleichsam eine besondere Ordnung von Vulkanen aus; wir vermissen die den Laven und den Basalten zustehenden Erscheinungen, sie zeigen, mit im Ganzen nur seltenen Ausnahmen, keine eigentlichen Ströme, kein Fliessen, nichts was auf ein Herabkommen von höheren Stellen deutete, obwohl ein Ueberquellen an manchen Punkten ziemlich deutlich wird."

* Geolog. II. 2. S. 2252.

nicht selten Natrolith und andere zeolithartige Mineralien, so wie bisweilen Kalkspath und Glasopal [Hyalith]. Zur Konglomerat- und Tuffbildung, wie z. B. im Högau, ist der Klingstein sehr wenig geneigt.

Gewöhnlich zeigt der Klingstein, wenn auch keine reguläre Schichtung, doch eine plattenförmige Absonderung, bisweilen so dünn, dass man die Platten als grobes Material zum Dachdecken benutzt. Unabhängig von der plattenförmigen Struktur kommt auch bisweilen noch eine Absonderung in mächtigere Bänke vor und noch häufiger, und eben so unabhängig von jener, ist die säulenförmige Absonderung. Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist es, dass die Richtung der Tafeln häufig der glockenförmigen Gestalt der Phonolithberge in der Art entspricht, dass sie oben fast horizontal liegen und dann abwärts auf allen Seiten allmählig immer steiler abfallen, seltner die umgekehrte Richtung einhalten. Man hat diese beiderlei Richtungen der Klingstein-Tafeln sehr gut mit der der Blätter der Artischoke oder der Hauswurz [*Sempervivum tectorum*] verglichen.

Die entschiedensten Uebergänge zeigt der Klingstein in den Trachyt und es finden sich eine Menge Mittelglieder, bei denen es zweifelhaft bleibt, ob man sie jenem oder diesem zutheilen soll. Dagegen sind Uebergänge in Basalt nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Obwohl die Klingsteine weit häufiger im Basalt- als Trachytgebiete auftreten, so sind sie doch wegen der eben erwähnten Absonderung von den Basalten nicht bei dieser Gruppe, sondern bei der der Trachyte einzureihen, zu denen sie überdies ihr petrographischer Charakter hinweist.

In ihren Lagerungsformen verhalten sich die Klingsteine wie die Trachyte. Gewöhnlich bilden sie isolirte Berge, die schroff und steil aus der Mitte ihrer Umgebung aufsteigen, häufig eine kegel- oder glockenförmige Gestalt zeigen und vom Granit und Gneisse an bis abwärts sehr verschiedenen Formationen aufgesetzt sind. Obwohl öfters in Gruppen vereinigt, ist es doch ein höchst beachtenswerther Umstand, dass auch dann die einzelnen Berge nicht in der Gesteinsbeschaffenheit miteinander übereinstimmen, sondern fast jeder aus einer besonderen Gesteinsabänderung besteht. Sehr häufig bilden die Klingsteine Gänge, oft von erheblicher Mächtigkeit, welche Basalt, Trachyt, Braunkohlensandstein und Quadersandstein durchsetzen, wornach man auf ihr Alter schliessen kann.

Die Klingsteine treten mehr sporadisch auf, und sind besonders verbreitet in Böhmen, in der Lausitz, Rhön, im Högau, mittlern Frankreich, am Pic von Teneriffa und in der Andeskette. Wie schon erwähnt, erscheinen sie häufiger in der Begleitung von Basalt als von Trachyt.

Ueber ihre Bildungsweise brauchen wir uns nicht ausführlich auszusprechen, da diese keine andere als die des Trachytgebirges sein kann. Nur aufmerksam wollen wir machen, dass die Verschiedenartigkeit in der Gesteinsbeschaffenheit der einzelnen Berge, die eine Gruppe von Klingstein-Kuppen zusammensetzen, nichts weniger als für

einen feurigen Fluss spricht, da ein solcher in seiner ganzen Masse homogen sein muss und daher auch nur gleichartige Schmelzprodukte liefern kann. Eben so wenig zeugt für einen solchen die nach Art einer Artischoke oder Hauswurz regelmässig gestellte Anordnung der Tafeln von vielen Klingsteinbergen, wovon man gar kein Analogon bei ächt vulkanischen Bildungen kennt, wohl aber bei neptunischen, wie z. B. die Fächeranordnung der Schichten von Granitbergen der Alpen. Endlich hat auch Ehrenberg von einer Abänderung des Phonoliths vom Hochsimmer das zahlreiche Vorkommen fossiler Infusorien-Ueberreste dargethan, was vollends mit der Annahme einer feuerflüssigen Bildung unverträglich ist.

§. 5. Glasite.

Mit diesem Namen bezeichne ich diejenigen Gesteine, welche sich als amorphe Silikate darstellen, nämlich den Pechstein, Perlstein, Obsidian und Bimstein. Als amorphe glasartige Körper aus der Kieselreihe schliessen sie sich enge an den Opal an, unterscheiden sich aber von ihm dadurch, dass, während dieser reine amorphe Kieselerde ist, sie dagegen bei einem vorwiegenden Gehalte von Kieselerde [70—77 Prozent] ausserdem noch eine nicht unbedeutende Menge von Thonerde, Natrum und Kali aufzuweisen haben, so dass in ihnen Opal und Feldspath gleichsam ineinander verflossen sind. Ausser den genannten Bestandtheilen enthalten sie öfters noch Kalk, Bittererde, Eisenoxyd in kleinen Mengen und einige Prozent Wasser. Sie kommen theils als einfache Gesteine vor, theils erlangen sie durch Einmengung kleiner Feldspath-Krystalle eine porphyrartige Struktur. Der Pechstein tritt hauptsächlich im Gebiete der Felsitporphyre, der Perlstein, Obsidian und Bimstein in dem der Trappporphyre [Trachyte] auf, und sie haben mit diesen Porphyren eine ähnliche Grundmasse, der es aber nicht gelungen ist aus dem amorphen Zustande in den krystallinischen überzugehen. Wie sie dem Wasserglase in ihrem äusseren Ansehen ähnlich sind, so sind sie aller Wahrscheinlichkeit nach auf ähnlichem, d. h. nassem Wege entstanden.

Auf die kurze Charakteristik der vier Arten von Glasiten werden am Schlusse derselben einige Betrachtungen über ihre Entstehungsweise nachfolgen.

20. Der Pechstein.

Die Hauptfarbe des Pechsteins ist lauch-, oliven- und schwärzlichgrün, woraus er einerseits ins Blaue, Grüne und Schwarze, andererseits ins Braune, Gelbe und Rothe übergeht; diese Farben sind immer dunkel, meist einfach, selten bunt. Er hat einen ausgezeichneten Fettglanz, unvollkommen muscheligen Bruch, ist wenigstens an den Kanten durchscheinend, halbhart, schmilzt vor dem Löthrohr mit Aufblähen und enthält 5—9 Prozent Wasser.

Der Pechstein umschliesst häufig Krystalle oder krystallinische Körner von Feldspath, Quarz und Glimmer, wodurch er als Pechstein-

porphyr erscheint. Bei Zwickau kommen in ihm nuss- bis faustgrosse Kugeln von Felsit vor, die in der Mitte eine eckige Konkretion von Chalcedon und Quarz einschliessen. Er enthält auch bisweilen Nester und Adern von Chalcedon und Quarz, ferner Einschlüsse von andern Felsarten, z. B. von Porphyr und Sandstein, bei Zwickau auch manchmal verkohlte Ueberreste von Pflanzen.

Der Pechstein und sein Porphyr treten in der Regel massig auf, mitunter aber sind sie auch in mächtige horizontale Bänke abgetheilt. Sie bilden Berge oder lagerartige Ausbreitungen oder Gänge. Uebergänge zeigt der Pechstein in Perlstein und Obsidian, am häufigsten aber in porphyrähnliche Thonsteine oder Felsite der Porphyr-Formation, mit welcher er ohnedies so innig verbunden ist, dass er nur selten als selbstständige Formation sich geltend machen dürfte. Naumann hat ihn daher auch als untergeordnetes Glied der quarzführenden Porphyr-Formation zugetheilt. Einer der mächtigsten Gänge von Pechstein ist der in den Porphyren des Triebischthales in Sachsen, indem seine bekannte Länge 4500 Fuss und seine grösste Mächtigkeit 350 F. beträgt. Bei Zwickau bildet der Pechstein ein Lager, das den Schichten des Rothliegenden ziemlich regelmässig eingeordnet ist.

Wenn auch der Pechstein an vielen Punkten vorkommt, so gewinnt er doch selten eine grosse Ausbreitung; die bekanntesten Punkte sind Sachsen, Ungarn, schottische Inseln [Arran], Auvergne, Mexiko, Peru. Seine Abhängigkeit von den Felsitporphyren wie seine Uebergänge in dieselben erklären sich leicht, weil er die in der Grundmasse derselben gesonderten krystallinischen Bestandtheile, Feldspath und Quarz, ebenfalls enthält, nur dass jene im amorphen Zustande auftritt.

21. Der Perlstein.

Der Perlstein [Perlit] ist gewöhnlich perlgrau, was ins Lichtrothe, Röthlichbraune und Graulichschwarze übergeht, und besteht in der Regel aus körnig abgesonderten Stücken, die meist wieder schalig zusammengesetzt sind; er hat ferner einen Email- oder Perlmutterglanz, ist an den Kanten durchscheinend, halbhart und enthält 2—4 Prozent Wasser.

Durch Aufnahme von kleinen Glimmerkrystallen und glasigem Feldspathe, sehr selten von ganz kleinen Quarzpyramiden, erlangt der Perlstein eine porphyrartige Struktur: Perlsteinporphyr. In manchen Perliten finden sich zahlreiche kleine Sphärulithkugeln von erbsengelber bis nussbrauner Farbe eingewachsen, was den Sphärulith-Fels giebt. Andere Perlsteine enthalten bisweilen Opale und Granaten. Bisweilen wird die Grundmasse ganz pechsteinähnlich oder thonsteinartig, oder sie wird feinfaserig, mit langgestreckten Poren und Blasenräumen, mit schwarzen Glimmerblättchen, auch Feldspathkörnern und selbst Quarzkrystallen. Dies ist der Perlitbimstein, der sich ganz allmählig aus dem Perlstein heraus entwickelt, so dass anfänglich

seine weissen oder grauen faserigen Massen mit gewöhnlichem Perlsteine mehrfach abwechseln.

Durch Abwechslung in der Grösse des Korns, wie durch gestreifte Farbenzeichnung erlangen diese Gesteine ein geschichtetes Ansehen, was häufig in eine regelmässige Schichtung übergeht, wobei die Schichten entweder horizontal liegen oder höchst mannigfaltig gewunden sind.

Die Perlsteine treten fast immer im Gefolge der Trachytporphyre auf, in welche sie auch deutliche Uebergänge bilden. Sie stehen zum Trachyte in einem ähnlichen Verhältnisse wie der Pechstein zum Porphyr. Ihre Verbreitung ist nicht bedeutend, am häufigsten kommen sie in Ungarn, in den Euganeen, auf den Ponzainseln, in Sibirien und Mexiko vor. Sie bilden gewöhnlich Bergmassen, die sich mitunter bis zu 900 bis 1200 Fuss über die Ebene erheben und bei Tokai einen Flächenraum von fast 50 Quadratstunden überdecken. Auch gangförmiges Vorkommen will man in einigen Fällen beobachtet haben.

22. Der Obsidian.

Der Obsidian hat ein vollkommen glasiges Ansehen, ausgezeichneten grossmuschligen Bruch, giebt sehr scharfkantige, schneidende Bruchstücke, ist glasglänzend, hart, sehr spröde, leicht zersprengbar, gewöhnlich sammtschwarz, was ins Aschgraue und Graulich- bis Pechschwarze übergeht, und an den Kanten durchscheinend. Er kommt auch blaulich, grün, nelkenbraun und gelb vor, wobei er dann stark durchscheinend bis halbdurchsichtig wird. Merkwürdig ist sein Gehalt von Bitumen oder Bergöl; vor dem Löthrohre fliesst er schwierig zu einem blasigen Glase.

Gewöhnlich enthält der Obsidian keine Einschlüsse und ist entweder kompakt oder von Blasenräumen durchzogen. Zuweilen nimmt er unvollkommen ausgebildete Krystalle oder Körner von glasigem Feldspathe, seltner Glimmer auf und wird dadurch zu Obsidianporphyr. Bei Schemnitz soll er auch Quarzkörner enthalten.

Der Obsidian findet sich theils in ganzen Gebirgsmassen, theils in stromartigen Bildungen, theils in Lagern, sehr selten in Gängen, öfters auch umhergestreut in einzelnen Stücken. Gewöhnlich steht er in Verbindung mit den Trachytgebirgen, sowohl wo diese die Herde theils erloschener, theils noch aktiver vulkanischer Thätigkeit bilden, als auch da, wo selbige keine vulkanischen Anzeichen verrathen. Seine bekanntesten Verbreitungsbezirke sind Island, die liparischen Inseln, Ungarn, Teneriffa, Ascension, Sibirien [Ochotsk], Mexiko, Quito.

Schöne Ströme hat z. B. der Pic de Teneriffa und Lipari aufzuweisen. Am ersteren ziehen sie sich an den Bergabhängen herab, sind auf der Oberfläche sehr porös und blasig, mitunter schaumig aufgebläht wie Bimstein, tiefer im Strome wird die Masse kompakter und mehr pechsteinähnlich und nimmt eine Menge Feldspathkrystalle auf. Wo ein solcher Strom steil herabstürzt, sieht man an der Oberfläche die glasige Masse wie in Taue gewunden und an den Seiten hängen

grosse Glastropfen wie Obsidian-Stalaktiten herab. Auf Lipari zieht sich von dem Krater des M. Campo Bianco ein mächtiger Lavastrom nach dem Meere hinab, aus Obsidian und Bimstein bestehend, die miteinander in flaseriger Struktur abwechseln und in dem Gesteine eine plattenförmige Absonderung hervorrufen. In Lagern, die 8 bis 10 Zoll mächtig sind, kommt der Obsidian im Trachytporphyr des Cerro de la Nebajos in Mexiko vor; in Gängen, jedoch von geringer Bedeutung, erscheint er am Cantal.

Uebergänge zeigt der Obsidian in Bimstein, Pechstein, Perlstein und Trachyt.

23. Der Bimstein.

Der Bimstein unterscheidet sich von den andern Glasiten schon gleich durch seine rauhe, sehr spröde, schaumartige, faserige, blasige Beschaffenheit und daraus hervorgehende Leichtigkeit, so dass er wegen der vielen Blasenräume, die er umschliesst, auf dem Wasser schwimmt, während sein eigentliches spezifisches Gewicht 2,2 beträgt. Fast immer enthält er Wasser im chemisch gebundenen Zustande, so dass es nur durch Glühen auszutreiben ist.

Werner unterscheidet 3 Abänderungen: a) Glasiger Bimstein, rauch- oder aschgrau, ins Graulichweisse übergehend, blasig; Hauptbruch untereinander laufend faserig und perlmutterglänzend, Querbruch unvollkommen muschlig; theils durchscheinend, theils blos an den Kanten durchscheinend. Findet sich ausgezeichnet auf den liparischen Inseln und Island, geht in Obsidian über oder ist eigentlich nichts Anderes als bimsteinartiger Obsidian. b) Gemeiner Bimstein, unterscheidet sich vom vorigen durch lichtere Färbung, durch geringeren Glanz und vollkommneren faserigen Bruch, durch Undurchsichtigkeit und durch etwas geringere Härte. Zu diesen Unterschieden hat Nep. v. Fuchs noch folgenden wichtigen beigefügt. Der glasige Bimstein verändert sich hinsichtlich seiner physischen Beschaffenheit nicht im mindesten, wenn man ihn auch noch so lange im Wasser liegen lässt; der gemeine Bimstein dagegen wird, wenn er längere Zeit im Wasser liegt, ganz mürbe, so dass er sich grösstentheils zwischen den Fingern zerreiben lässt. c) Porphyrartiger Bimstein, dessen Grundmasse Krystalle von glasigem Feldspath, Glimmer und zuweilen auch von Quarz enthält.

Der Bimstein ist nicht sowohl als eine selbstständige Gesteinsart, sondern vielmehr als eine besondere Strukturform trachytischer Bildungen und der zu diesen gehörigen Glasite zu betrachten, wornach Beudant unter den Bimsteinen 3 Abänderungen unterscheidet: a) Obsidian-Bimstein, mit Werner's glasigem Bimsteine übereinstimmend, b) Perlit-Bimstein, der aus dem Perlstein sich entwickelt und sehr ausgezeichnet in Ungarn vorkommt, c) Trachyt-Bimstein, der eigentlich nur als ein blasig aufgetriebener und fadig ausgezogener Trachyt zu betrachten ist, daher gleich diesem auch glasigen Feldspath,

Glimmer, Augit und Quarz enthält; er findet sich in sehr vielen Trachytdistrikten.

Der Bimstein kommt theils für sich in ganzen Massen vor, theils bildet er sogenannte Konglomerate und Tuffe, theils nur lockeres Gerölle. Die Bimstein-Konglomerate bestehen entweder aus dicht aneinander gefügten Bimsteinbrocken, ohne weiteres Cement, oder diese sind durch ein bimstein- oder obsidianähnliches Bindemittel verbunden, zuweilen sind noch Brocken von Obsidian, Pechstein und Trachyt eingemengt. Durch Verfeinerung des Korns gehen die Konglomerate allmählig in die Bimstein-Tuffe über; diese sind weiss, gelblich oder lichtgrau, erdig oder dicht, weich oder fast zerreiblich und mehr oder minder deutlich geschichtet. In ihnen kommen die meisten Holzopale vor, auch sind sie reich an Kieselpanzern von Infusorien und in manchen Gegenden an fossilen Meeres-Konchylien. Ausgezeichnet kommen diese Tuffe unter andern als Pausilittuff in der Umgegend von Neapel vor. Eine Abänderung, die bei Andernach am Rhein sich ausbreitet, wird Trass genannt; dieser ist schmutziggelb bis gelblichgrau und lichtbraun, weich, erdig, dicht oder porös und matt, und umschliesst öfters Bimsteinbrocken, so wie mehr oder minder verkohlte Ueberreste von dikotylen Bäumen. — Die Konglomerate und Tuffe des Bimsteins stehen zum Bimstein selbst ganz in demselben Verhältnisse wie die Konglomerate und Tuffe des Felsitporphyrs zu der Hauptmasse des letzteren oder die der Trachyte zu ihrem Hauptgesteine; ohnedies ist vieler Trachyttuff weiter nichts als Bimsteintuff.

Als loses Gerölle oder Sand ist der Bimstein in manchen Gegenden ungemein weit, und in ziemlicher Mächtigkeit, verbreitet, wie z. B. am Niederrhein. Man sieht diese losen Massen gewöhnlich als Auswürflinge von Vulkanen an und sie sind es auch zum Theil, und fallen als solche bisweilen ins Meer, auf dem sie dann in zahlloser Menge umherschwimmen; sie kommen aber auch weit entfernt von thätigen Vulkanen vor, und viele der letzteren werfen nie Bimsteine aus.

Die Bimsteine treten sowohl in zusammenhängenden Massen als in Form loser Anhäufungen frei zu Tage aus, oder stehen in Verbindung mit Ablagerungen von Obsidian, Perlstein und Trachyt, und erscheinen im Allgemeinen als die letzten und jüngsten Erzeugnisse der Trachyt-Formation. Hauptpunkte ihrer Verbreitung sind die Rheingegend bei Andernach, Ungarn, Auvergne, Euganeen, die phlegräischen Felder, Lipari, Ischia, Santorin, Teneriffa, Island, Hochebene von Quito.

Glasitbildung.

Von der naturhistorischen Charakteristik der vier verschiedenen Glasite gehen wir nun zur Frage nach ihrer Entstehungsweise über. Sie werden bekanntlich jetzt fast allgemein als Erzeugnisse des vulkanischen Feuers betrachtet, und es ist nicht zu leugnen, dass ihr glasartiges oder poröses Ansehen nicht wenig zur Unterstützung einer

solchen Meinung beiträgt, ja wohl hauptsächlich diese hervorgerufen hat. Es fragt sich indess, ob man sich durch den äusseren Anschein nicht zu rasch in seinem Urtheile hat bestimmen lassen, und der Naturforscher kann sich jedenfalls der Aufgabe nicht entziehen, durch umsichtige Prüfung sich zu versichern, ob auch die sämmtlichen übrigen Erscheinungen, die an diesen Gesteinen auftreten, zu einer solchen Ansicht stimmen.

Das glasartige Ansehen giebt an und für sich keinen Anhaltspunkt zur Entscheidung der Frage von der Entstehungsweise eines Körpers, wie wir dies schon vom glasigen Feldspath dargethan haben. Auch die Opale erscheinen als glasartige Steine und insbesondere trägt der Glasopal [Hyalith] deren Anschein noch ungleich deutlicher ausgeprägt an sich als nur irgend einer der Glasite; gleichwohl ist der Opal entschieden wässerigen Ursprungs und wird selbst noch jetzt mitunter im weichen gallertartigen Zustande auf seiner Lagerstätte angetroffen. Eben so ist das Wasserglas ein Erzeugniss auf nassem Wege, und wenn man eine Auflösung desselben langsam eintrocknet, so entsteht eine, dem gemeinen Glase, dem Ansehen nach, ganz ähnliche Masse. Die glasartige Beschaffenheit eines Körpers kann demnach auf nassem wie auf trockenem Wege hervorgebracht worden sein.

Eben so trüglich ist das blasige Ansehen, wornach man den Bimstein als eine vulkanische Schlacke betrachtet, wozu man sich um so mehr für berechtigt ansah, als man vom Obsidian weiss, dass er sich beim Erhitzen in eine blasige schlackenartige Masse aufbläht. Allein Nep. v. Fuchs * hat mit dem Wasserglas noch mehr erreicht. Wird nämlich dasselbe stark eingekocht, so bläht es sich zuletzt sehr auf und bildet alsdann eine lockere, blasige, faserige, seidenartig glänzende, leichte Masse, die mit dem Bimsteine eine überraschende Aehnlichkeit hat und selbst von Sachkennern für solchen gehalten wird. Mit Recht erklärt daher Fuchs den gemeinen Bimstein für ein, bei erhöhter Temperatur gebildetes neptunisches Produkt. Zur Erhöhung der Temperatur braucht aber keineswegs das vulkanische Feuer angerufen zu werden, sondern der chemische Bildungsprozess genügt an und für sich, eine solche herbeizuführen.

Obwohl die Geologen viel von Strömen der Glasite reden, so scheint es doch nicht, als ob irgendwo ein solcher in der neuern Zeit von einem der dermal aktiven Vulkane ausgeflossen sei. Auswürfe von Bimsteinblöcken und Bimsteinsand sind zwar jetzt noch etwas Gewöhnliches, aber diese Masse hat die vulkanische Kraft bereits vorgefunden und sie nur, als ihr in den Weg sich stellend, zertrümmert und ausgeworfen.

Es scheint also die Bildung von glasitischen Strömen der vorhistorischen Zeit anzugehören, und somit können wir zu einem Resultate hinsichtlich ihrer Entstehungsweise nicht durch die direkte Erfahrung gelangen, sondern müssen uns durch die Verhältnisse, unter

---

* Ueber die Theorien der Erde. S. 22.

welchen die amorphen Silikatgesteine überhaupt auftreten, leiten lassen. Es soll im Voraus gleich daran erinnert werden, dass, wenn triftige Gründe aufgebracht werden könnten, den einen oder den andern der von diesen Gesteinen gebildeten Ströme als ein Produkt des Feuers anzuerkennen, damit noch nicht die vulkanische Entstehung der Glasite überhaupt erwiesen, noch weniger unsere Theorie der Erdbildung erschüttert wäre; es würde damit blos der Kreis der vulkanischen Bildungen erweitert werden.

Zunächst halte ich mich für berechtigt, den Pechstein diesem Kreise zu entrücken, und zwar wegen seines Wassergehaltes, seiner zahlreichen Einmengungen von Quarz, seines engen Zusammenhanges mit den Thonstein- und Felsitporphyren überhaupt, und wegen des Mangels von Krater- und solchen Strombildungen, die denen eines Lavastromes vergleichbar wären.

Ein Gleiches behaupte ich für den Perlstein. Es ist ihm öfters Quarz beigemengt, seine Schichtung ist häufig von der grössten Deutlichkeit, Ströme, nach Art der Lavaströme geflossen, fehlen ihm ganz, und er gelangt gleich dem Pechsteine auch in solchen Ländern zur grössten Entwickelung, die zu keiner Zeit die Herde vulkanischer Thätigkeit gewesen sind.

Vom Obsidiane ist es freilich nicht zu leugnen, dass er, wenigstens nach den vorliegenden Berichten, mitunter am Gehänge vulkanischer Berge in Strömen, nach Art von Lavaströmen, herabgeflossen ist. Die Möglichkeit stromartiger Formen und selbst ihr Zusammenhang mit Kratern ist demnach für ihn erwiesen, es fragt sich nur noch, ob denn daraus der feurige Ursprung sich von selbst ergeben muss. Erwägen wir nämlich, dass der Obsidian auch in andern Formen und unter solchen Verhältnissen auftritt, wo gar kein vulkanischer Einfluss auf ihn nachgewiesen werden kann, berücksichtigen wir ferner seinen Gehalt an chemisch gebundenem Wasser, so wie an organischen Stoffen, Bitumen oder Bergöl, die selbst den Stickstoff zu ihren Bestandtheilen zählen und sich am Pic von Teneriffa schon beim Zerschlagen des Gesteins durch den Geruch zu erkennen geben, und beachten wir noch den Umstand, dass er in verhältnissmässig geringer Hitze bereits sich in eine Schaummasse verwandelt, so sehen wir hiemit am Obsidiane Eigenschaften, welche mit einer pyrogenen Entstehung desselben schlechterdings unverträglich sind. Wir müssen uns deshalb nach einer andern Erklärung umsehen und zu dieser verhilft uns die vom Wasserglase evident bekannte Bildungsweise auf nassem Wege. Würde letzteres sich in den Gebirgen vorfinden und wäre es zugleich noch nicht gelungen, dasselbe künstlich darzustellen, so würde es ohne allen Zweifel gleich dem Obsidiane [zumal in dessen hellen, durchsichtigen Varietäten] von den plutonistischen Geologen zu den pyrogenen Gesteinen gezählt worden sein. Wir halten uns daher in Hinsicht auf die bekannte Bildungsweise des Wasserglases für wohlberechtigt, den Obsidian zu den neptunischen Produkten zu zählen, und erklären uns seine Ergüsse aus Kratern in Form von Strömen allerdings

als vulkanische Eruptionen, aber nicht in der Beschaffenheit von feurigen Ergüssen nach Art unserer Lavaflüsse, sondern als gallertartige wässerige Ströme, bei denen immerhin die Hitze in Folge des chemischen Prozesses mehr oder minder im Spiele gewesen sein wird.

Hat sich diese Hitze in hohem Grade gesteigert, so hat sich, wie dies der aus der Auflösung des Wasserglases künstlich dargestellte Bimstein thatsächlich erweist, die Bildung des Obsidians, Perlsteins und selbst des Trachytes in die Bimsteinbildung umgesetzt. Die letztere ist demnach nur sekundärer Art und allerdings durch die Mitwirkung einer höheren Temperatur bedingt. Dass diese bereits in den Bimsteintuffen und Bimsteinkonglomeraten sehr nachgelassen hatte, ergiebt nicht blos ihre mehr erdige, kompakte Beschaffenheit, sondern auch der Umstand, dass sie nicht selten Ueberreste organischer Wesen einschliessen, und dass insbesondere die Bimsteine und Tuffe der phlegräischen Gefilde bei Neapel aus kieselerdigen gesinterten Schalen von Infusorien zusammengesetzt erscheinen. Im feurigen Flusse hätten sich aber diese nimmermehr erhalten können, sondern wären spurlos zerschmolzen, wohl aber konnten sie bei wässeriger Bildung des Bimsteins und Trachytes einen ziemlichen Grad von Hitze ertragen, ohne dass dadurch die Schalen zerstört wurden.

Auch v. Oeynhausen *, dem wir eine sehr genaue Beschreibung des Trasses vom Niederrhein verdanken, hat die Meinung ausgesprochen, dass derselbe wahrscheinlich als eine Schlammlava zu betrachten sei, die im schlammartigen Zustand ausgeworfen wurde. Dass der Trass im Riese bei Nördlingen keine vulkanische Bildung ist, hat Schafhäutl ** nachgewiesen.

Mohs, obwohl er nicht behaupten will, dass Bimstein und Obsidian nicht durch Feuer, sondern aus einer wässerigen Auflösung entstanden seien, erklärt sich doch mit aller Bestimmtheit gegen die Annahme, dass sie eine durch vulkanisches Feuer umgeschmolzene Masse und als solche an die Erdoberfläche getreten wären. Er beruft sich ferner darauf, dass die Massen von Bimstein, die man am besten kenne, Formen besässen und sich in Lagerungsverhältnissen von der Art befänden, dass beide nicht auf Lavaströme zurückgeführt werden könnten. Ich zweifle nicht, dass Mohs, wenn ihm bereits die künstliche Bildung des Bimsteins auf nassem Wege, so wie das

---

* Erläut. z. d. geognost. orograph. Charte der Umgegend des Laacher Sees. 1847

** Jahrb. für Mineralog. 1849, S. 641. Der Trass des Rieses ist von vielen Geologen, namentlich auch von Cotta, für einen durch vulkanische Eruptionen gebildeten Tuff und die öfters in ihm vorkommenden schwarzen blasigen Massen für basaltische Schlacken erklärt worden. Schafhäutl's geognostische und chemische Untersuchungen haben jedoch dargethan, dass diese Trasse keineswegs den vulkanischen Tuffen, sondern den Pech- und Perlsteinen anzureihen und als neptunische Bildungen zu betrachten seien. Ich zweifle nicht, dass sich bei genauen Untersuchungen noch gar manche angebliche vulkanische Erzeugnisse in neptunische umwandeln werden. Insbesondere erachte ich es für eine wichtige Aufgabe, dass die Obsidian-Ablagerungen von einem Geognosten, der nicht bereits von der Hypothese ihres feurigen Ursprunges zum Voraus präoccupirt ist, einer umsichtigen Untersuchung unterworfen werden.

Vorkommen zahlloser Infusorien-Panzer in dem natürlichen Gesteine bekannt gewesen wäre, sich für die neptunische Bildung sämmtlicher amorpher Silikatgesteine entschieden ausgesprochen hätte.

§. 6. Basaltgesteine.

Als Gemenge aus Feldspath [Labrador], Augit und Magneteisen ergeben sich alle eigentlichen basaltischen Gesteine; dazu tritt noch eine Felsart von höchst beschränktem Vorkommen, der Leuzitophyr, in welchem der Labrador durch Leuzit ersetzt ist.

24. Der Basalt.

Man unterscheidet im Basaltgebirge zwischen Dolerit, Anamesit, Basalt und Wacke mit basaltischen Mandelsteinen; allein wenn auch von den drei ersteren in manchen Gegenden bald die eine, bald die andere Abänderung vorherrschend ist, so kommen in andern Basaltdistrikten die sämmtlichen Varietäten in so enger Verbindung miteinander vor, dass man sie eigentlich nur als verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Grundmasse zu betrachten hat.

a) Der Dolerit ist ein krystallinisch-körniges Gemenge aus Labrador, Augit und Magneteisenerz, die mehr oder minder deutlich erkennbar hervortreten. Der Labrador erscheint in weissen oder lichtgrauen tafelartigen, der Augit in schwarzen säulenartigen Formen, und das Magneteisenerz theils in sichtbaren Oktaedern und Körnern, theils so fein eingesprengt, dass sich seine Anwesenheit nur durch die Einwirkung auf die Magnetnadel bemerkbar macht.* Nicht selten findet sich auch ein beträchtlicher Gehalt von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Eisenoxydul.

Der Olivin, in den eigentlichen Basalten ein gewöhnlicher Gemengtheil, fehlt den Doleriten ganz oder stellt sich doch nur sehr selten ein, was auch mit dem Glimmer der Fall ist. Als sonstige Gemengtheile werden aufgeführt: Melanit, Hornblende, Bronzit, Titaneisenerz, Eisenglanz, Nephelin. Verdrängt der letztere den Labrador ganz, so entsteht der Nephelindolerit: ein krystallinisch-körniges Gemenge von Nephelin, Augit und etwas Magneteisenerz, was z. B. am Katzenbuckel im Odenwald, bei Aussig in Böhmen, Löbau in Sachsen vorkommt. Als porphyrartiger Dolerit werden die Abänderungen bezeichnet, in denen grössere Krystalle von Labrador und Augit eingesprengt sind; als doleritische Mandelsteine diejenigen, welche in Blasenräumen Zeolithe und andere Mineralien enthalten.

Der Dolerit kommt häufig in regelmässiger und weit ausgebreiteter Schichtung vor, namentlich auf Island und in Vorderindien; ausserdem zeigt er säulenförmige und kugelige Absonderung. In Deutschland findet er sich am ausgezeichnetsten am Meissner.

---

* Magneteisen findet sich in allen Basalten und Laven, mitunter so häufig, dass es fast $^1/_5$ der ganzen Masse ausmacht [Sartorius über d. vulkan. Gesteine. S. 310].

Als Anamesit werden diejenigen Dolerite bezeichnet, die zwar ebenfalls noch eine krystallinisch-körnige Struktur haben, aber so fein, dass man die drei wesentlichen Gemengtheile nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Im Uebrigen verhalten sie sich wie die eigentlichen Dolerite, mit denen sie zusammen vorkommen, und haben eine graulich-, bräunlich- oder grünlichschwarze Farbe. Die Gesteine, die man im nordwestlichen Europa und anderwärts als Trapp benennt, sind meistentheils Anamesite, viele jedoch auch wirkliche Dolerite und Basalte, wie es denn zwischen diesen verschiedenartig benannten Gesteinen keine wesentlichen Differenzen giebt.

b) Der Basalt ist stets schwarz, meist graulichschwarz, uneben oder flachmuschelig im Grossen, feinkörnig bis splitterig im Kleinen, matt oder schwach schimmernd, undurchsichtig, halbhart, schwer zersprengbar und fühlt sich mager an. Obwohl scheinbar einfach, ist der Basalt doch ebenfalls ein Gemenge von Labrador, Augit und Magneteisenerz, was sich schon aus seinen Uebergängen in Dolerit und aus den jeweiligen grösseren Ausscheidungen dieser Mineralarten zu erkennen giebt.

Unter den anderen Gemengtheilen ist für den Basalt der am meisten charakteristische der Olivin, der nur sehr selten fehlt, und theils in Körnern oder Krystallen, theils auch in nuss- bis kopfgrossen körnigen Massen eingesprengt ist. Dass Labrador, Augit und Magneteisenerz öfters in deutlichen Ausscheidungen vorkommen, ist schon erwähnt. Basaltische Hornblende findet sich nicht selten und schliesst ein gleichzeitiges Vorkommen von Augitkrystallen keineswegs aus. Weit seltener zeigt sich eingesprengt rother Granat, Melanit, Hyazinth, Sapphir, Bronzit, Schwefelkies. Quarz als ein eigentlicher Gemengtheil fehlt in der Regel ganz und gar, doch ist er bisweilen in Bruchstücken eingeschlossen und von P. Scrope in dem Basalt von Saint Genest de Champanelle sogar in eingesprengten Körnern und Krystallen, so wie als ein in der Grundmasse versteckter Gemengtheil nachgewiesen worden.

In Blasenräumen und Klüften umschliesst der Basalt nicht selten verschiedenartige Zeolithe, Prehnit, Aragonit, Kalkspath, Quarz, Chalcedon, Amethyst und Opale; dies ist der Basaltmandelstein. Wenn die Blasenräume leer bleiben und dadurch das Gestein ein schlackenähnliches Ansehen erlangt, so bezeichnet man es als schlackigen Basalt. Ist der Grundmasse reichlich Feldspath, Augit, Hornblende oder Olivin eingesprengt, so bildet sich der Basaltporphyr.

Der Basalt ist gewöhnlich ein massiges Gestein, doch kommt bei ihm auch die plattenförmige Absonderung häufig vor. Die säulenförmige Absonderung wird bei ihm eben so häufig und eben so ausgezeichnet als bei den vorhergehenden Abänderungen angetroffen, was auch für die kugelförmige Absonderung gilt. Uebergänge zeigt er zunächst in die doleritischen Varietäten, dann in die Grünsteine und Melaphyre.

Basaltkonglomerate und Basalttuffe sind die gewöhnlichen Begleiter der grossen Basaltablagerungen, treten oft in weiter Verbreitung auf und setzen ganze Berge zusammen. In den eigentlichen Konglomeraten erreichen die Blöcke von Basalt mitunter eine kolossale Grösse und nicht selten sind ihnen noch Brocken anderer Gesteine aus der Umgebung beigemengt. Durch Verkleinerung der Einschlüsse gehen die Konglomerate allmählig in die sogenannten Tuffe über und diese werden mitunter fast homogen und nähern sich somit den Wacken. * Nach der äussern Grenze dieser Trümmerbildungen finden sich in der Regel die Einschlüsse von andern Felsarten, als z. B. von Granit, Gneiss, Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen, häufiger als nach dem Innern zu, wo solche immer mehr verschwinden und den Basaltstücken Platz machen, bis sich auch das konglomeratartige Ansehen verliert und zuletzt der Basalt als ganze solide Masse sich einstellt. Diese Uebergänge aus der sogenannten Trümmerbildung in die feste ganze Hauptmasse spricht sehr entschieden gegen die jetzt allgemein geltende Meinung, als ob die basaltischen Konglomerate und Tuffe für Reibungsprodukte, die später durch ein basaltisches oder kalkiges Cement verbunden wurden, anzusehen wären. Hier ist nur noch zu bemerken, dass die Basalttuffe, ausser Trümmern von andern Felsarten, auch Krystalle und Körner von Augit, Hornblende, Glimmer, Olivin, Magneteisen, Kalkspath, Aragonit, bisweilen auch Quarzkörner enthalten.

Eigenthümliche tuffartige Bildungen kommen in Italien unter dem Namen Peperino vor. In einer aschgrauen, weichen, feinerdigen, wackenähnlichen Grundmasse liegen eingeschlossen Krystalle von schwarzem Glimmer, Augit, Leuzit und Magneteisenerz, ausserdem Brocken von weissem Kalkstein, Basalt oder Leuzitophyr. Auch Palagonittuffe, erst von sehr wenigen Lokalitäten bekannt, werden neuerdings unterschieden, über die späterhin einige Bemerkungen folgen werden.

c) Die Wacke ist gewöhnlich grünlichgrau, seltener bläulichgrau, was ins Schwärzliche und Grünliche verläuft, von ebenem bis flachmuscheligem Bruche, undurchsichtig, matt, auf dem Striche etwas fettig glänzend, weich und mild. Sie ist als ein minder fester Basalt zu betrachten, mit dem sie, wie dies Cordier's Untersuchungen erwiesen haben, eine ähnliche Zusammensetzung hat, und mit welchem sie in unmittelbarem Verbande steht. Meistentheils ist sie von Blasenräumen, oft von ziemlicher Grösse, durchzogen und bildet dadurch den eigentlichen oder Wacken-Mandelstein, der besonders auf Island und in Schottland in mächtigen Schichten zwischen dem Basalte verbreitet ist. Die Höhlungen sind theils leer, theils mit Zeolithen, seltener mit

---

* Die Trapptuffe bestehen, wie Sartorius [Skizze von Island S. 68] sie charakterisirt, aus denselben oder aus sehr ähnlichen Bestandtheilen wie die benachbarten Trappbasalte, von denen sie sich nur durch einen verschiedenen Aggregatzustand unterscheiden.

Quarz und seinen Varietäten, Kalkspath, Aragonit und Grünerde ganz oder theilweise erfüllt. Man betrachtet gewöhnlich die Blasenräume und ihre Einschlüsse als spätere Bildungen, dagegen spricht jedoch der Umstand, dass die Höhlungen mitunter so sehr sich anhäufen, dass die Grundmasse nur noch in dünnen Wänden zwischen ihnen erscheint, die sich kaum würden haben halten können, wenn nicht die zeolithischen Einschlüsse ihnen eine Stütze geboten hätten. Auch finden sich letztere nicht blos in Mandeln und Adern, sondern durchdringen zuweilen das ganze Gestein und werden somit ein wesentlicher Gemengtheil.

Die Basalte mit ihren Doleriten, Anamesiten, Wacken und Mandelsteinen erscheinen als eine einzige grosse Formation, deren Glieder im engen Zusammenhange miteinander stehen, sowohl nach ihrer mineralischen Konstitution als nach ihrem geognostischen Verbande. Von dieser Formation, wie sie in ihrer Gesammtheit und Allgemeinheit sich darstellt, sind noch einige weitere Erläuterungen ihrer petrographischen Beschaffenheit, ihrer Lagerungsverhältnisse und Verbreitung vorauszuschicken, bevor wir zur Erörterung ihrer Genesis übergehen können.

Die Basaltformation macht einen ungleich grösseren Bestandtheil von der Erdoberfläche aus als das Trachytgebirge, denn sie tritt nicht nur an unzähligen Punkten in allen Welttheilen auf, sondern ihre Verbreitung erstreckt sich mitunter über Hunderte und Tausende von Quadratmeilen. Um nur einige Beispiele anzuführen, wo sie grössere Flächenräume überdeckt, so soll aus Böhmen das Basaltgebirge im Leitmeritzer Kreise, aus Deutschland die Rhön, der Westerwald und insbesondere der Vogelsberg genannt werden. Letzterer bildet eine grosse zusammenhängende Basaltablagerung von 40 Quadratmeilen, die ihren höchsten Punkt im Taufsteine von 3130 Fuss Meereshöhe erreicht. In ansehnlichen Massen breitet sich ferner der Basalt in Irland, Schottland, auf den Hybriden und Faröer-Inseln aus und zwar in regelmässiger horizontaler Schichtung, abwechselnd mit Schichten von rothen Tuffen, Schlackenbreccien und basaltischen Konglomeraten. Aber diese eben angeführten Ablagerungen sind geringfügig im Vergleich mit der, welche Island darbietet, indem hier die ganze Oberfläche der Insel in einer Ausdehnung von 1800 Quadratmeilen, mit Ausnahme weniger Trachytgebilde, von der Basaltformation zusammengesetzt wird. In ausgezeichnet regelmässiger und horizontaler Schichtung, wie sie in andern Formationen kaum von gleicher Schönheit und Grossartigkeit sich wieder finden wird, wechseln hier, oft über hundertmal, Schichten von Basalt mit basaltischen, fossile Meereskonchylien und Braunkohlen führenden Tuffen ab. Prachtvoll ist der Anblick dieser kolossalen Felsenmassen vom Meere her, die, weil die obern Schichten gewöhnlich gegen die untern zurücktreten, in treppenartigen Terrassen aufsteigen zu gewaltigen Höhen, deren mittlere Erhebung im Ganzen 2500 bis 3000 Fuss beträgt. Nicht minder deutlich findet man die Schichtung und Gliederung der basaltischen Massen an unzähligen Bergen im Innern der Insel. Die Mächtigkeit der Basaltschichten ist verschieden, indem sie manchmal wenig über einen Fuss,

ein andermal über 18 Fuss beträgt; für die Tuffschichten existiren keine so bestimmten Verhältnisse, da selbst ganze Gebirge, ohne Unterbrechung von Trappmassen, daraus bestehen. Eine Menge Basaltgänge durchsetzen die Tuffe und endigen in der einen oder anderen Basaltschicht, ohne Störung der Schichtung.

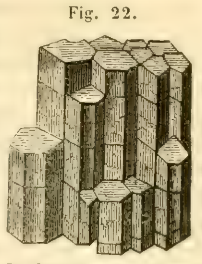
Noch grossartiger als selbst auf Island breitet sich im Dekkan in Vorderindien eine Basaltablagerung im ununterbrochenen Zusammenhang über einen Raum von mehr als 12000 geograph. Quadratmeilen aus, als ein 3000 bis 4000 Fuss hohes Tafelland mit steil abfallenden Rändern und tief eingeschnittenen Thälern. Im vollkommenen Parallelismus wechseln mächtige, horizontal geschichtete Basalt- und Mandelsteinlager mit schwächeren Schichten von rothem Tuff vielmals miteinander ab, und senkrechte Basaltgänge durchschneiden oft die ganze Masse, ohne irgend eine Störung der Schichten zu veranlassen. An mehreren Punkten kommen im Basalte zahlreiche grosse Sandsteinbrocken vor mit vielen Süsswasser-Konchylien und Gyrogoniten. — Auch in Nordmexiko zieht sich längs der Sierra Madre auf 200 Meilen Länge ein basaltisches Tafelland hin; Aehnliches ist von Gondar in Abyssinien und von der Kerguelens-Insel bekannt.

Häufiger als in solchen weit ausgebreiteten Massen sieht man den Basalt in einzelnen Kuppen, mitunter gruppenweise, auftreten, wie z. B. in Sachsen, im Fichtelgebirge, in der Oberpfalz u. s. w.; ebenso gehören Basaltlager und Basaltgänge, von denen die letzteren oft eine bedeutende Mächtigkeit erreichen, zu den gewöhnlichen Erscheinungen. Das meiste Aufsehen haben aber die Basaltströme erregt, nicht etwa wegen ihrer Mächtigkeit und Häufigkeit, sondern wegen der Wichtigkeit, die ihnen in den geologischen Doktrinen beigelegt wurde. Man sieht nämlich an einigen wenigen Punkten, hauptsächlich in der Auvergne, im Velay und Vivarais, zuweilen Basaltmassen, die nach Art eines Lavastromes von einer kraterförmigen Aushöhlung eines Berggipfels ausgehen, dann an den Seiten des Berges sich herabziehen und weithin in den Thälern fortlaufen, und auf ihrer Oberfläche ebenso mit Schlacken bedeckt sind, wie die Lavaströme der dermalen noch aktiven Vulkane. Diese Ströme werden daher für alte Lavaergüsse aus der vorhistorischen Zeit und die Berge, von denen sie ausgehen, für ausgebrannte Vulkane erklärt. Ein ähnliches, wenn auch minder deutliches Beispiel liefert der Mosenberg in der Eifel, wo ohnedies trachytische und basaltische Bildungen mancherlei Art zum Vorschein kommen.

Eine höchst interessante Erscheinung am Basalte, die daher auch am meisten die Aufmerksamkeit der Naturfreunde auf ihn hingelenkt hat, sind die prachtvollen Säulenbildungen, die in solcher Vollkommenheit und Grossartigkeit bei keiner andern, zu solchen Absonderungen geneigten Felsart zum Vorschein kommen. Die Säulen, die meist fünf- bis siebenseitig sind, zeigen sehr verschiedene Dimensionen, indem sie einige wenige bis mehrere hundert Fuss lang und zolldick bis mehrere Fuss stark sind. Sie verlaufen entweder in gerader Richtung oder sind gekrümmt; nicht selten sind sie durch Quer-

absonderungen in grosser Regelmässigkeit gegliedert [Fig. 22], zuweilen auch kugelig abgesondert. Die Säulenbildung kommt in allen Basaltgegenden vor und insbesondere berühmt hat sich in dieser Beziehung die Fingalshöhle auf der schottischen Insel Staffa und der Riesendamm an der Nordküste von Irland gemacht.* Die Stellung der Säulen richtet sich in der Regel nach der ihrer Unterlage, so dass sie senkrecht stehen, wenn letztere horizontal verläuft; für die Gänge insbesondere gilt es als Gesetz, dass die Säulen rechtwinklig auf den Salbändern stehen.

Fig. 22.



Das Alter der Basaltbildungen ist für alle, die frei zu Tage liegen, mit keiner Sicherheit zu bestimmen, da sie keine weitere Bedeckung tragen oder doch nur, und dies sehr selten, lediglich von ganz jungen Ablagerungen überdeckt werden. Aufgelagert andern Gebirgsarten finden sich die isolirten Bergkuppen und andere Basaltmassen vom Granite an bis herunter zu den Tertiärformationen; allein aus der Auflagerung lässt sich auf das Alter derselben kein Schluss ziehen. Ein solcher würde sich allerdings aus den lager- und gangartig in andere Formationen eingefügten Trappmassen ableiten lassen, wenn nicht diesen durch die vulkanistische Doktrin alle Beweiskraft dadurch strittig gemacht würde, dass sie von ihr als spätere Eindringlinge angesehen werden, die erst in der Tertiärzeit dem Schoosse der Erde im feuerflüssigen Zustande entstiegen wären und die überliegenden Felsarten durchbrochen hätten, wobei sie theils innerhalb derselben zu ihrer Begrenzung gelangt, theils durch sie hindurch zu Tage getreten und in Kämmen, Kuppen und deckenartigen Ausbreitungen auf der Oberfläche erschienen wären. Hiemit sind wir also bereits auf das Gebiet der Theorien der Basaltbildung hingewiesen und können die Frage nach dem Alter der Basaltformation nicht eher beantworten, bevor wir uns nicht über die Frage von der Entstehungsweise derselben verständigt haben.

Die Basaltbildung.

Wie man die Könige verletzt,
Wird der Granit auch abgesetzt,
Und Gneiss der Sohn ist nun Papa!
Auch dessen Untergang ist nah:
Denn Pluto's Gabel drohet schon
Dem Urgrund Revolution;
Basalt, der schwarze Teufelsmohr,
Aus tiefster Hölle bricht hervor,
Zerspaltet Fels, Gestein und Erden,
Omega muss zum Alpha werden.
Und so wäre denn die liebe Welt
Geognostisch auf den Kopf gestellt. Goethe.

Es wird zweckmässig sein, zuerst die Entstehungsweise der Basalttuffe mit ihren Konglomeraten zu erörtern, bevor wir zu der der

* Zur Veranschaulichung der mannigfachen Verhältnisse der Säulenbildung sind sehr zu empfehlen die im Buntdrucke ausgeführten Abbildungen, welche Reichel in

eigentlichen Basalte übergehen. Die vulkanistische Doktrin sieht in den basaltischen, wie überhaupt, um uns eines allgemeineren Ausdruckes zu bedienen, in den Trapptuffen nichts weiter als vulkanische lose Auswürflinge und Reibungsprodukte, die durch Vermittelung des Wassers zusammengebacken, in Schichten abgetheilt und dann später über die Oberfläche emporgehoben wurden. Dieser Ansicht, zu deren Festhaltung sich die vulkanistische Schule wegen der zahlreichen Versteinerungen in den Tuffen genöthigt sieht, stehen jedoch erhebliche Bedenken entgegen. Zuvörderst streitet der allmählige Uebergang, der sich aus den Tuffen und Konglomeraten in die soliden Trappmassen nachweisen lässt, entschieden gegen die Annahme ihrer mechanischen Entstehungsweise. Entweder muss man den Basalt selbst zugleich mit seinen Tuffen als ein zusammengeschwemmtes mechanisches Produkt erklären, oder im Falle man ihn für das nimmt, was er wirklich ist, für ein krystallinisches Gestein — gleichviel ob auf trockenem oder nassem Wege entstanden — so muss man auch die Tuffe, da sie sich in allmähligem Verlaufe aus ihm herausgestalten und sich dadurch als eine mit ihm unzertrennbar verbundene geognostische Formation zu erkennen geben, gleichfalls für krystallinische Erzeugnisse ansehen. Sie sind, wie wir dies schon bei andern ähnlichen Fällen mehrmals ausgesprochen haben, das unterste Glied einer fortlaufenden krystallinischen Entwickelungsreihe, die innerhalb des Basaltgebietes in den Doleriten ihre höchste, in den Wacken und Basalttuffen ihre niedrigste Stufe findet. Gegen die vulkanistische Ansicht spricht aber ferner die Regelmässigkeit der Schichtung, wie sie diese Tuffe zeigen, und ihre Wechsellagerung mit Kalksteinen; Verhältnisse, denen kein Analogon in den modernen Schwemmbildungen zur Seite gestellt werden kann. Es stellen sich aber diese Tuffe in gleicher Mächtigkeit und Verbreitung wie in vulkanischen Gegenden so auch in solchen ein, wo alle Anzeichen von dermaligen oder vorweltlichen vulkanischen Thätigkeiten vollständig fehlen, so dass diese erst fingirt werden müssten, um der Wirklichkeit des Tuffvorkommens nachträglich auch noch das Prädikat der Möglichkeit zugestehen zu können.

Mohs * bestreitet gleich uns die Ansicht von der mechanischen Entstehung der Trapptuffe und erklärt sich gleichfalls für die krystallinische. Was er überhaupt über diese Gebilde sagt, ist so treffend, dass ich nicht umhin kann, hier seine Erklärung darüber vollständig aufzunehmen. „Von dem Trapptuffe hat man geglaubt, dass er ein Auswurf von Vulkanen sei, der in die umgebenden Meere gefallen und in denselben seine Struktur angenommen habe. Einige Varietäten des Gesteins stimmen mit dieser Annahme wohl überein. Sie haben das Ansehen von Konglomeraten und scheinen aus Bruchstücken von La-

---

seiner Schrift: „die Basalte und säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend" mitgetheilt hat.

* Geognos. S. 228.

ven, aus zusammengebackener vulkanischer Asche u. dgl. zu bestehen: sind überhaupt Gesteinen, wie man sie an wirksamen Vulkanen findet, so ähnlich, dass man sie nicht davon unterscheiden kann. Aber eine Menge anderer Verhältnisse widersetzen sich dieser Annahme. Dahin gehören die ungemeine Verbreitung und Mächtigkeit, in welcher die Trapptuffe vorzukommen pflegen; ihr Erscheinen in Gegenden, in welchen keine Spur von einem wirklichen Vulkane vorhanden ist, ihr mineralogischer Zusammenhang mit Gesteinen, die weder Auswurfs- noch andere Produkte von Vulkanen sind; ihre unmittelbare Verbindung mit unförmlichen Parthieen von Gebirgsmassen, die man ihrer Grösse wegen nicht für Auswürflinge halten kann, da sie ganze Berge ausmachen, die aus Trachyten, Basalten... bestehen, welche in dieser Form in dem Trapptuffe liegen und dessen Struktur im Grossen schneiden; ihre Struktur selbst, da sie an einigen Stellen aus plattenförmigen Massen von der verschiedensten Lage und Richtung bestehen, darin man keine Beziehung auf eine Auswurfsöffnung erkennen kann, an andern Orten aus unbestimmt eckigen Stücken zusammengesetzt sind; ihr regelmässiges lagerförmiges Abwechseln mit Trachyten und andern Porphyren, die man zwar für Laven ausgiebt, an denen aber keines der Merkmale zu entdecken ist, daran man eine aus einem Krater ausgeflossene Masse erkennt, und mehrere andere. Dass die Trapptuffe mit Gesteinen übereinstimmen, welche in der Nachbarschaft wirklicher Vulkane vorkommen, begreift man leicht, wenn man erwägt, dass diese Gesteine wirkliche Trapptuffe sind, die zwar nicht von den Vulkanen hervorgebracht, doch die Behälter sein können, in welchen die Vulkane sich befinden. Daher kommt es auch, dass man in den Trapptuffen und den mit denselben zusammenhängenden Gebirgsmassen manche andere Erscheinung antrifft, z. B. Sauerbrunnen, andere warme und kalte Mineralquellen, Gasentwickelungen u. s. w., die in wirklich vulkanischen Gegenden ebenfalls vorkommen und eigentlich zu Hause sind. Wenn daher Jemand von den Trapptuffen und den Trappgebirgen überhaupt, in Ländern, wo keine Vulkane vorhanden sind, behauptet, dass sie vulkanisches Gebirge seien, so kann man dem nicht widersprechen. Sie sind vulkanisches Gebirge ohne Vulkane; so wie es Steinsalzgebirge ohne Steinsalz, oder Steinkohlengebirge ohne Steinkohlen giebt; so wenig aber diese die Kohlen und jene das Salz hervorgebracht haben, eben so wenig haben die Vulkane das vulkanische Gebirge hervorgebracht."

Mit dieser Schlusserklärung von Mohs, der ich mich vollkommen anschliesse, habe ich eigentlich schon meine Ansicht von der Entstehungsweise der Basaltformation überhaupt zu erkennen gegeben, indess bleibt doch noch die Aufgabe über, theils die gegnerischen Einwendungen zurückzuweisen, theils meiner Ansicht über diese wichtige Streitfrage weitere Stützpunkte zu verschaffen.

Bekanntlich hat keine Gebirgsart zu so heftigen Streitigkeiten Veranlassung gegeben als der Basalt. Werner's gewaltige Autorität hatte es zwar in Deutschland durchgesetzt, dass hier so ziemlich all-

gemein dem Basalte ein neptunischer Ursprung zuerkannt wurde. In Frankreich und England dagegen gelang es ihm nicht, diese Ansicht geltend zu machen, und von da aus erfolgte auch der Umschlag, so dass jetzt die vulkanistische Meinung die dominirende geworden ist. Ich habe mich indess mit derselben auch bezüglich des Basaltes nie befreunden können und die Gründe, welche mich ihr abgeneigt machten, sollen im Nachfolgenden entwickelt werden.

Es liegt allerdings, wie wir dies gerne zugestehen wollen, etwas ganz Absonderliches in dem Auftreten des Basaltes in der übrigen Gebirgswelt. Sieht man ihn in Bezug auf seine äusseren Formen an, wie er einem Granitberge oder einer Sandstein-Ablagerung als Kuppe aufgesetzt ist; oder betrachtet man ihn, wie er Hunderte und Tausende von Quadratmeilen Landes in einer Mächtigkeit von mehreren tausend Fuss überdeckt, dabei in wundervoller Regelmässigkeit der Schichtung und der Abwechselung mit Tuffen, oder an andern Punkten mit versteinerungsreichen Kalkschichten; erblickt man ihn ferner lagerartig in andern Felsarten, wie er sich ganz in deren Schichtungsgesetze fügt, oder wenn er gangartig sie durchschneidet, wie er seinen Gang nimmt ohne alle Gefährdung seiner Nachbarn: so ist man geneigt ihn für das ruhigste, friedfertigste neptunische Mitglied der Gebirgswelt zu halten. Aber man verfolge seinen Gang nur weiter, wenn er anscheinend ganz ordnungsliebend lagerartig durch ein geschichtetes Gestein sich hinzieht. Auf einmal und völlig unerwartet merkt man ihm eine gewisse Unruhe an und im nächsten Augenblick bricht er sich quer hindurch, steigt, indem er seine Umgebung ringsumher in Verwirrung bringt, entweder in die Höhe und ruht mitunter nicht eher, als bis er hervor an das Tageslicht kommt, oder er stürzt sich, unter gleicher Störung seiner Nachbarschaft, in die Tiefe, wo man ihn zwar nicht weit verfolgen kann, desto mehr aber die Phantasie freien Spielraum hat, seinen Verlauf sich bis zu den innersten Erdtiefen fortgesetzt zu denken, oder wenn es ihr beliebt, ihn wieder bei den Antipoden zum Vorschein kommen zu lassen. Untersucht man ihn auf seine Gesteinsbeschaffenheit, so hat er sich in vielen Ländern, wo er frei zu Tage tritt, ganz in ein neptunisches Gewand gehüllt, dass die Neptunisten unbesorgt ihn bei sich aufnahmen; aber man betrachte sich den schelmischen Proteus an andern Orten, wo er auf einmal die vulkanischen Abzeichen zur Schau trägt, wie ein Lavastrom aus Kratern ergossen, sich nicht blos in den äussern Formen, sondern auch in der Massenzusammensetzung darstellt, mit Schlacken sich umhüllt und sich überhaupt so vulkanisch geberdet, dass es kein Wunder, wenn ein so proteusartiges Wesen, das bald diese, bald jene Form und Struktur annimmt, die widersprechendsten Meinungen über seine eigentliche Natur bei den Geologen in Umlauf gebracht hat, und bei der Mehrzahl für ein unbestreitbares Feuergebilde gilt.

Betrachten wir den Basalt zuerst, wie er sich in seiner vulkanischen Signatur darstellt. Dies ist diejenige Seite seiner wechselnden Gestaltung, von welcher ihn die vulkanistische Schule

gefasst und auf sie ihre Theorie von seiner feuerflüssigen Entstehung begründet hat.

a) Als Hauptargument zu Gunsten der vulkanistischen Ansicht gilt das Vorkommen basaltischer, mit Kratern in Verbindung stehender Lavaströme der Vorzeit, die in ihren äussern Formen wie in ihrer physischen Beschaffenheit mit den Lavaströmen, wie sie noch jetzt aus aktiven Vulkanen ergossen werden, vollkommen übereinstimmen. Bekanntlich hat einer der geachtetsten Geognosten, D'Aubuisson, der nach Untersuchung der sächsischen Basalte sich entschieden für deren neptunische Bildung ausgesprochen hatte, seine Meinung vollkommen umgeändert, nachdem er in der Auvergne mit den dortigen Basaltströmen bekannt geworden war. Mit seinem Uebertritte zum vulkanistischen Bekenntnisse war das neptunistische unrettbar verloren, und die Geologen hatten nun nichts Eifrigeres zu thun, als überall nach Kratern und Basaltströmen sich umzuschauen und, wie es so zu gehen pflegt, sie waren auch bald allenthalben gefunden, nur leider nicht immer erkennbar für Solche, welche nicht Lust hatten, sich hiebei der vulkanistischen Brille zu bedienen. Aber auch abgesehen von allen den lächerlichen Extravaganzen, die hiebei zum Vorschein kamen, so musste das Urtheil eines so besonnenen Beobachters wie es D'Aubuisson war, schwer ins Gewicht fallen, und da die Thatsachen, auf welchen es beruhte, von allen späteren Forschern bestätigt wurden, so sieht man sich zu der Annahme genöthigt, dass es in der Auvergne und sonst noch an einigen kritisch geprüften Punkten Krater und basaltische Lavaströme giebt, von deren Aktivität die Geschichte keine Kunde hat.

So weit und nicht weiter reicht die Tragweite der hier vorgeführten Erfahrungen. Dass aus ihnen nun aber der Schluss auf die feuerflüssige Bildung aller Basalte gezogen wurde, hat eben so wenig Berechtigung, als wenn eine solche Ansicht aus den dermalen noch vom Vesuv oder Aetna ausgehenden basaltischen Lavaströmen gefolgert worden wäre. Beiderlei Arten von Strömen, die der vorhistorischen wie der historischen Zeit, belehren uns blos, dass es gewisse Basalte von feuerflüssiger Entstehung giebt, sie schliessen aber keineswegs die Möglichkeit aus, dass nicht auch auf neptunischem Wege Basalt zu Stande gebracht werden konnte.

b) Und damit gelangen wir gleich zu einem zweiten, mit dem ersten innig zusammenhängenden Punkte. Es kommen nämlich nicht blos einzelne Basaltablagerungen durch ihre stromartige Form, sondern auch durch ihre in den untern Abtheilungen kompakte, in den obern Lagen schlackenartige, von Blasenräumen durchzogene Beschaffenheit ganz mit ächten Lavaströmen überein; ausserdem haben ja bekanntlich Laven und Basalte die gleichen wesentlichen Gemengtheile: Feldspath, Augit, und Magneteisenstein. Trappe und Basalte gehen, wie Sartorius * ausdrücklich hervorhebt, in allen möglichen Ueber-

---

* Physisch-geograph. Skizze v. Island. S. 66, 89.

gängen in die modernsten Laven, die aus den noch aktiven Vulkanen an den verschiedensten Stellen der Erde hervorbrechen, über. Hiemit hält sich die vulkanistische Doktrin für berechtigt, allem Basalte den gleichen Ursprung mit den Laven zuzuerkennen, und beruft sich noch weiter darauf, dass künstlich geschmolzener Basalt bei langsamer Abkühlung abermals eine basaltische Beschaffenheit annimmt.

Es ist nicht zu leugnen, dass dieses Argument einen grossen Schein von Evidenz hat, indess bei genauerer Erwägung wird ein solcher doch bald schwinden. Fürs Erste sind doch bereits Unterschiede zwischen Basalten und Laven ermittelt. Durch mehrere, mit grosser Sorgfalt ausgeführte chemische Analysen ist dargethan worden, dass Basalte wasserhaltig, Laven es aber nicht sind. Auch hat Sartorius selbst bemerklich gemacht, dass, während in den Basalten häufig Zeolithe sich finden, dagegen in den Laven nie Zeolithe bemerkt werden, dass die meisten Blasenräume leer sind, höchstens hin und wieder büschelförmigen Aragonit oder etwas Kalkspath enthalten. Fürs Andere ist aber der höchst wichtige Umstand zu beachten, dass ein und dasselbe Gestein auf beiden Wegen, auf dem trockenen wie auf dem nassen, in gleicher Vollkommenheit sich ausbilden kann. Schon jetzt haben unsere, auf diesem Gebiete annoch sehr beschränkten chemischen Erfahrungen doch bereits nachgewiesen, dass gewisse Mineralien, wie z. B. Zinober, künstlich sich auf trockenem wie auf nassem Wege darstellen lassen. Wäre bis vor kurzem nur die Darstellung des Zinobers auf trockenem Wege bekannt gewesen, und hätte man daraus ihm die Möglichkeit einer Bildung auf dem andern absprechen wollen, so wäre eine solche Behauptung faktisch mit der Herstellung eines Zinobers auf nassem Wege widerlegt worden. Einen solchen faktischen Gegenbeweis können wir nun freilich bezüglich des Basaltes nicht führen, und wir bezweifeln es selbst, ob der Chemie je ein solcher gelingen wird; damit ist aber die Möglichkeit, dass dieser im Schöpfungsakte der Erde vor sich gegangen ist, keineswegs ausgeschlossen. Können wir unter den gegebenen Verhältnissen den direkten Beweis für die neptunische Bildung des Basaltes im Ganzen und Grossen nicht antreten, so müssen wir uns mit dem indirekten begnügen, und dieser besteht darin, aus den Verhältnissen, in welchen der Basalt für sich und in Bezug auf sein Nebengestein auftritt, zu ermessen, ob er auf diesem oder jenem Wege entstanden ist. Dies ist die Aufgabe, deren Lösung im Folgenden versucht werden soll.

c) Was so eben über die Möglichkeit der Bildung von gewissen Körpern auf dem trockenen wie auf dem nassen Wege gesagt wurde, beseitigt auch das Argument, welches davon entnommen ist, dass die wesentlichen Gemengtheile des Basaltes, nämlich Feldspath, Augit, Magneteisen und Olivin, noch jetzt aus feurigem Flusse sich herausbilden können. Es soll hiebei nur daran erinnert werden, dass ein früherer Plutonist, Bischof, jetzt selbst durch die Erfahrung belehrt worden ist, dass der Feldspath, für den er früher nur den pyrogenen Ursprung gelten lassen wollte, auch auf nassem Wege sich bilden

könne; ein Beweis mehr, dass man sich bei Aussprüchen über den Bildungsmodus eines Minerals zu hüten habe, einzelne Fälle gleich in der Art zu verallgemeinern, dass man sogar die Möglichkeit einer andern Entstehungsweise ausschliesst. Für das Magneteisen ist es ebenfalls erwiesen, dass es in den nichtvulkanischen Bildungen entschieden neptunischen Ursprunges ist.

d) Für die eruptive Bildungsweise des Basaltes berufen sich die Vulkanisten auf die Schichtungsstörungen, die von ihm bei seinem Durchbruche durch geschichtete Gesteine veranlasst sein sollen. Hierauf ist von vorn herein, wie bei andern Gelegenheiten es geschehen ist, zu bemerken, dass solche Störungen auch mitunter da vorkommen, wo zwei entschieden neptunische Gebilde in Kontakt gerathen. Aber gerade der Basalt ist es, der in vielen Fällen das Gegentheil einer solchen Behauptung evident darlegt; wir begnügen uns nur einige wenige hier anzuführen.

Der bekannte Berg, der Meissner, trägt eine Basaltkuppe von 350 bis 560 Fuss Mächtigkeit und breitet sich überhaupt über eine Fläche von 12 Millionen Quadratfuss aus. Er ruht auf einem 20 bis 90 Fuss und darüber mächtigen Lager von Braunkohlen, die regelmässig abgebaut werden. Mit dem Friedrichsstollen ist man vor dem Basalte angefahren, aber „bis in die Nähe der vulkanischen Masse erscheint das Gleichförmige der neptunischen Auflagerung ohne auffallende Störung.“

Der Sandstein der blauen Kuppe bei Eschwege, in welchem der Basalt gewaltsam aufgestiegen sein soll, wird gleichwohl in unverrückt horizontaler Schichtung befunden: „die Sandsteinschichten liessen weder Hebungen noch Verrückungen wahrnehmen.“

Bei Grosswallstadt, unweit Aschaffenburg, „durchbricht“ ein Basaltgang von 18 Lachter Mächtigkeit die Schichten des bunten Sandsteins, welcher „zu beiden Seiten der basaltischen Masse keine erheblichen Störungen erfahren zu haben scheint“, vielmehr „im Hangenden und Liegenden regelrecht unter 4 bis 5° in S.W. fällt.“

Der mächtige basaltische Kahleberg bei Querbach in Schlesien steht mitten in einem Glimmerschieferzuge, welcher ausgezeichnete, ungestörte Schichtung bis dicht zum Basalt hin zeigt.

Der ungeheure Basaltkegel des Hohen-Parksteins in der Oberpfalz ruht auf Keupersandstein, dessen Schichten rings um den Fuss herum beinahe horizontal liegen und weder in ihrer Richtung noch in ihrer Gesteinsbeschaffenheit eine Veränderung erlitten haben.

Das ganze Basalt- und Klingsteingebilde der Rhön ruht auf den Gliedern der Triasformation [mitunter auch auf Braunkohlen], ohne dass — wie dies insbesondere die genauen Untersuchungen, die im vorigen Jahre unter Gümbel's Leitung vorgenommen wurden, dargethan haben — die Schichtenstellung der Triasgebirge in der Nähe der basaltischen Massen eine Störung erfahren hat.

Wie ist es nun möglich, fragen wir, dass in den hier angeführten

Fällen *, deren Zahl wir, wenn es für nöthig erachtet würde, reichlich vermehren könnten, der Basalt, zum Theil in so kolossalen Massen, durch seine Unterlage, die lange vor seinem Auftreten konsolidirt war, sich hätte gewaltsam durchbrechen können, ohne nicht Alles vor sich her zu zertrümmern und in ein Chaos zu verwandeln? Das glaube, wem's gegeben ist; ich wenigstens vermag es nicht, und kann es getrost abwarten, ob man auch für diese Fälle meinen Unglauben einen „pyrrhonischen Skepticismus“ schelten wird.

Der Basalt hat aber nicht blos in solchen Fällen, wo er in gewaltigen Bergmassen auf andern Formationen aufruht, dieselben in der Regelmässigkeit ihrer Struktur nicht beeinträchtigt, sondern eine Menge von Beispielen sind bekannt, wo er, wenn er in Lagern ihnen eingefügt ist, oder wenn er in Gängen sie durchschneidet, die Schichtung seines Nebengesteins unverrückt belassen hat. Man braucht nur einen Blick in LEONHARD's Atlas zu werfen, um sich zu überzeugen, dass in der Regel basaltische Gänge und Lager die Ordnung der Gebirgsarten, in denen sie auftreten, nicht gestört haben. ** Aber gerade bei solchen Lagerungsformen wären Schichtungsstörungen am wenigsten unerwartet gewesen; ihr Ausbleiben spricht daher aufs entschiedenste gegen gewaltsame Durchbrüche des Basaltes durch diese Gesteine.

e) Sollen aber die basaltischen Kuppen, welche so häufig die Berge krönen, oder die basaltischen Lager und Gänge, welche in andern Formationen zum Vorschein kommen, als vulkanische Eruptivgebilde betrachtet werden, so versteht es sich von selbst, dass sie alle mit Stielen in das Erdinnere hinabreichen müssen; hat man doch bereits die Basaltkuppen mit Nagelköpfen verglichen, deren Stifte tief in den Schooss der Erde eindringen. Man findet nun allerdings manchmal solche Kuppen, bei denen diese Vergleichung passt; so z. B. ist es von dem, durch seine herrlichen Säulen bekannten Basaltberge von Stolpen in Sachsen, der auf Granit abgesetzt ist, dargethan, dass er sich im Schlossbrunnen 287 Fuss tief ununterbrochen fortzieht. Aehnlich breitet sich bei Bolam in England ein durch Kohlenschiefer- und Sandstein-Schichten aufsteigender Doleritgang an der Oberfläche

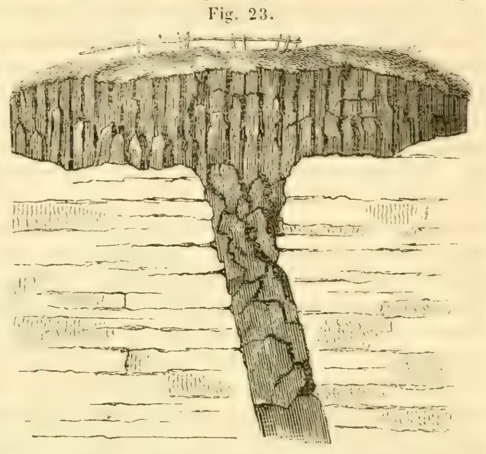
---

* Ein auffallendes Beispiel gewährt auch die schwäbische Alb, wo Basalt und Basalttuff auf dem weissen Jurakalk sich findet, ohne dass dieser im mindesten zerrüttet ist; „der Kalk bleibt sich in seinen Lagerungsverhältnissen längs seiner ganzen Erstreckung gleich“, mag darunter Basalt vorkommen oder nicht (Quenstedt's Flötzgebirge Würtemb. S. 504). — Sprechende Belege hiefür führt auch FR. HOFFMANN in seinen „geogn. Beobachtungen“ S. 599 an, indem er von der sizilianischen Tertiärformation angiebt, dass öfters Basalt, Basalttuffe und Kalkstein übereinander liegen, und zwar so, dass sie völlig horizontale oder doch nur sehr schwach geneigte Schichten bilden, und hier „das Auftreten des Basalts ganz ohne Einfluss auf diese Schichtungsverhältnisse ist.“ — Auch COTTA (Geognosie S. 459) staunt es als etwas Auffallendes an, „dass Basalteruptionen die benachbarte Schichtenstellung oft so wenig verändert haben“, und sucht seltsamer Weise die Erklärung dieses Umstandes „in der grossen Heftigkeit des Durchbruches verhältnissmässig kleiner Massen.“

** Vgl. auch, was hierüber v. LEONHARD in seinen Basaltgebild. II. S. 200 sagt.

hammerartig aus [Fig. 23]. Folgt aber aus diesen und ähnlichen Beispielen in der That, dass ein solches Lagerungsverhältniss auf gar keine andere Annahme als auf ein feuerflüssiges Aufsteigen des Basaltes von unten auf hinweise? Könnte nicht dieselbe Lagerungsform entstehen, wenn der Basalt auf nassem Wege von oben her eingefüllt wurde? Wer kann den Gegenbeweis führen?

Fig. 23.



Man hat aber positive Beweise, dass die fingirten Stiele in gewissen Lokalitäten nicht existiren. Seit alten Zeiten sind durch Grubenbaue die Unterlagen der basaltischen Gipfel des Scheibenberges, Pöhlberges und anderer Punkte im Erzgebirge durchfahren worden, ohne dass man auf den basaltischen Stiel gestossen wäre.

Leichter hat es die vulkanistische Theorie mit der Annahme, dass basaltische Lager und Gänge mit einem Ende in das Erdinnere hinabreichen. Sie kann sich erstlich darauf berufen, dass basaltische Einlagerungen, die man längere Zeit für regelmässige Einschaltungen in ihr Nebengestein ansah, bei weiterer Verfolgung wahrnehmen liessen, dass sie auf einmal letzteres gangförmig durchsetzten und der Tiefe zufielen; Gänge ohnedies wenden ihr eines Ende immer der letzteren zu. Die vulkanistische Doktrin kann demnach keck die Behauptung aufstellen, dass jedes Basaltlager zuletzt in einen Gang übergeht und dass jeder Basaltgang hinab in das Erdinnere reicht. Sie ist sicher, dass man sie auf dem Wege der Erfahrung nicht widerlegen kann, denn der Bergbau hat kein Interesse solche Gänge, theoretischer Ansichten halber, in ihre Tiefe zu verfolgen. Aber eben, weil solche Verhältnisse für alle Zeiten jeder weiteren Erforschung unzugänglich sind, schliessen sie sich von selbst als Gegenstand wissenschaftlicher Erkenntniss aus und jede Ansicht, die man sich über selbige bilden mag, ist eine willkührliche und hat gleich viel für als wider sich.

f) Indess der Basalt bietet doch noch andere Verhältnisse dar, aus denen man hinsichtlich der eben besprochenen Frage zu einem festeren Resultate zu gelangen hoffen kann und durch welche man zugleich auf noch andere Gesichtspunkte hingewiesen wird. Dies sind die Fälle, in welchen er frei zu Tage in regelmässiger Wechsellagerung mit anderen Gesteinen tritt. Im grossartigsten Verhältnisse finden wir eine solche, wie schon vorhin angeführt, im Dekkan, wo Basalt und basaltischer Tuff in vielfacher Abwechselung ein Tafelland

bilden, das bei einer Mächtigkeit von 3—4000 Fuss über einen Raum von 12000 Q. M. sich ausbreitet. Aehnliches, wenn auch nicht in gleich kolossalem Maassstabe, findet sich auf Island. Und solche ungeheure Massen soll man sich als Erzeugnisse aus den unterirdischen Abgründen hervorgetriebener feuerflüssiger Basaltströme denken und noch dazu in fortwährender Abwechselung mit zwischenliegenden Meeresbildungen, als welche die Tuffe auch von der vulkanistischen Schule erklärt werden. Man führt von Island Fälle an, wo ein solcher Wechsel von angeblichen Feuer- und Meeresbildungen über hundertmal statthatte, wo also beide, sonst entschieden feindliche Potenzen, sich in einer Weise geeiniget hatten, dass jede ruhig vom Schauplatze abtrat, wenn für die andere der Akt kam, und dies in zahlreicher Wechselfolge und in der wunderbarsten Regelmässigkeit einer horizontalen Schichtenbildung. Dabei ist nun noch zu beachten, dass sowohl die Basalt- als die Tuffschichten von unzähligen senkrechten Basaltgängen durchsetzt werden, ohne irgend eine Störung erlitten zu haben. Krug von Nidda *, der diese Verhältnisse selbst beobachtete, giebt von ihnen, obwohl er sie vom feuerflüssig aufsteigenden Basalte ableitet, folgende Schilderung. „Alle Gänge kommen fast senkrecht aus der Tiefe emporgestiegen, einige enden sich sehr bald in den untern Schichten, während andere bandförmig an den steilen Schichtenmauern bis zu höchsten Spitzen emporsteigen oder in der Mitte verschwinden. — — Es ist eine allgemein wiederholte Erfahrung, dass die Gänge des Basaltes, abweichend von den Erzgängen, durchaus keine Verwerfung und Störung durchschnittener Schichten wahrnehmen lassen. Die Schicht, die man bis an die eine Seite des Ganges verfolgt hat, findet man auf der andern Seite in derselben Lage und in unverändertem Niveau wieder, so dass selbst die unglaubliche Zahl von Gängen in den isländischen Gesteinen nicht die geringste Störung in dem schönen Schichtenbau des Gebirges verursacht haben.“ Girard**, indem er vorstehende Stellen anführt, fügt, obwohl er die pyrogene Bildung des Basaltes nicht bezweifelt, doch folgenden, höchst beachtenswerthen Zusatz bei. „Und dieses sanft und still auftretende Gestein sollte dieselbe Rolle spielen, dieselbe Bedeutung für die Entwickelung unserer festen Erdrinde haben als die gewaltsam aus einer grossen Mündung hervorbrechenden Lavenströme! Das kann nicht sein.“ — Ein solches Geständniss ist das erste, das uns aus der vulkanistischen Schule entgegen kommt und daher um so erfreulicher.

Man kennt aber auch den Basalt in Wechsellagerung mit versteinerungsführenden Kalkschichten, insbesondere sieht man im Val di Noto in Sizilien tertiären Kalk aufs regelmässigste mit Basalt und Palagonittuffen abwechseln. Um nicht zu weitläufig zu werden, mag

* Karsten's Archiv f. Mineralog. VII. S. 488, 515.

** Geolog. Wanderungen. I. S. 144. — Mehreres aus dieser interessanten Schrift wird im folgenden §. in Erwähnung kommen.

für unsern gegenwärtigen Zweck nur noch ein Fall in nähere Erwähnung kommen, mit dem uns ein sehr eifriger Vulkanist, MACCULLOCH * bekannt gemacht hat. Auf der kleinen schottischen Insel Egg findet man nämlich folgenden Schichtenwechsel von oben nach unten:

1. Trapp, 100′ mächtig und darüber.
2. Sandstein, 30—50′ mächtig.
3. Trapp.
4. Liaskalk.
5. Trapp.
6. Sandstein.
7. Trapp [Säulen-Basalt], 50′ mächtig.

Die letzte Masse setzt das Ufer zusammen und lässt demnach keine weitere Untersuchung zu. „Durch das Ganze dieser Masse von Lagen herrscht im Allgemeinen eine Art Parallelismus und besonders bemerkenswerth ist, dass man keine der sonst gewöhnlichen [?] Phänomene, Brüche, Störungen oder wenigstens Biegungen der Schichten da wahrnimmt, wo Trappe mit den übrigen Felsarten in Berührung kommen. Die wenigen vorhandenen Unregelmässigkeiten werden augenfällig durch Abnahme an Mächtigkeit oder durch das endliche Verschwinden einzelner Schichten bedingt.“ — Also auch in diesem Falle eine bewundernswerthe Regelmässigkeit; gleichwohl steht LEONHARD nicht an, auch die hier angeführten Trapplager als eingeschobene Gangtheile betrachten zu wollen. Angenommen, dass diese Vermuthung, die an der Beobachtung selbst keinen Haltpunkt findet, richtig wäre, so hätte es also einmal eine Zeit gegeben, wo an dem erwähnten Punkte oberhalb des untern Trappes weiter nichts als Sandstein mit einem Zwischenlager von Liaskalk vorhanden gewesen wäre. Später habe sich dann von der Seite her der Trapp Nr. 5 ergossen und das Gebirge über sich in die Höhe gehoben; noch später habe der Trappstrom Nr. 3 in gleicher Weise operirt, und zuletzt sei oberhalb des Sandsteins nochmals Trapp geflossen. Man wolle hiebei zweierlei beachten. Einmal das zweifache Einströmen flüssigen Basaltes zwischen Schichtungsablösungen und die nothwendig daraus hervorgehende Emporhebung der obern Lager, damit der Basalt für sich selbst Raum gewann; es fragt sich hiebei abermals, von welcher Art denn die Kraft gewesen ist, welche zweimal in Anspruch genommen wurde, um die obern Lager so lange zu tragen, bis der feuerflüssig eingedrungene Trapp erstarrt und tragfähig geworden war? Fürs Andere: ist es auf natürlichem Wege zu erklären, dass eine solche zweimalige Sprengung einer festen starren Masse vor sich gehen konnte, ohne irgend eine Störung des Parallelismus derselben zu veranlassen? Ich bezweifle durchaus die Möglichkeit, für beide Fragen eine befriedigende Antwort aus dem natürlichen Gebiete zu geben und man wird wohl wieder zu aussergewöhnlichen Kräften seine Zuflucht nehmen müssen.

* LEONHARD, Basaltgebilde. I. S. 484.

Statt ein Räthsel zu lösen, fügt die vulkanistische Interpretation noch zwei neue hinzu.

g) Gewichtiger als die bisherigen Argumente sind von vulkanistischer Seite diejenigen, welche von den Einwirkungen hergenommen sind, die der Basalt auf die Beschaffenheit der mit ihm im Kontakt befindlichen Gesteine ausgeübt hat. Zwar in sehr vielen Fällen hat der Basalt in seinem Nebengestein gar keine Veränderung hervorgebracht, so dass er sich zu letzterem ganz wie ein gewöhnliches neptunisches Gestein vollkommen indifferent verhält, aber in nicht wenigeren anderen Fällen haben die mit ihm in Berührung tretenden Gebirgsarten zunächst an ihrer Grenze Umänderungen erfahren, die wir nicht umhin können in der Regel dem Einflusse des Basaltes zuzuschreiben und die zum Theil von einer Art sind, wie sie noch jetzt durch künstliches Feuer hervorgebracht werden können. Wo nämlich Basalt mit Sandsteinen in Kontakt tritt, sind diese nicht selten entfärbt, gefrittet und zuweilen selbst in kleine Säulen zerspalten; ähnliche Erscheinungen haben Granite, Thonschiefer, Schieferthone und Mergel aufzuweisen. Steinkohlen und Braunkohlen sind unter solchen Verhältnissen spröde, klingend, metallisch glänzend geworden, haben prismatische Absonderung erlangt und zeigen sich ähnlich dem Anthrazite oder verkoksten Kohlen; erst in einiger Entfernung von der Berührungsgrenze gehen sie allmählig in unveränderte Kohle über. Zwei Beispiele, das eine vom Sandsteine, das andere von der Braunkohle entnommen, mögen zur weiteren Erläuterung des Gesagten dienen.

Bei Kassel in der Nähe von Gelnhausen hat mein frühzeitig verstorbener Freund, Bezold, ehemaliger Bergmeister in Kahl im Spessart, einen merkwürdigen Steinbruch im bunten Sandsteine untersucht und davon am 10. Dezember 1827 an Ort und Stelle eine Zeichnung [Fig. 24] und Beschreibung entworfen, die v. Leonhard in sein berühmtes

Fig. 24.



a Sandstein. b Basalt.

Werk über die Basaltbildung * aufnahm und wovon ich hier die Beschreibung nach der mir von meinem Freunde gewordenen schriftlichen Mittheilung wörtlich aufführe. „Der Sandstein“, sagt derselbe,

* I. S. 438, II. S. 359 Tab. XV. Fig. 1.

„überdeckt nicht nur den Basalt, sondern es liegen auch grosse und kleine Parthien in dem letzteren. Dabei ist der Sandstein sehr gebräch, theilweis säulig abgesondert, und diese Säulchen liegen horizontal. Dagegen finden sich umgekehrt kleinere Parthien Basalt von Sandstein umschlossen. An andern Stellen geht dieser fast in Basalt über, wie denn überhaupt beide selten scharf abgesondert sind. Der Sandstein oberhalb des letzteren ist, wiewohl nicht ganz deutlich, geschichtet, wenigstens durchsetzen ihn eisenschüssige Streifen in ziemlich söhliger Richtung.“ — Bei meinem mehrmaligen Aufenthalte in Kahl, woselbst ich einmal vier Monate zubrachte, hatte ich hinlänglich Gelegenheit, mir die Handstücke, die Bezold von dem in der Berührung mit Basalt umgewandelten Sandsteine mitgebracht hatte, genau zu betrachten und daran zu sehen, dass der sonst schön rothe Sandstein seine Färbung verloren hat und blass geworden ist, während er sich zugleich an mehreren Stellen in ungleichseitige Säulen zerspaltete. Ganz die nämlichen Erscheinungen zeigt aber derselbe bunte Sandstein von lebhaft rother Farbe, der in dem Hohofen zu Kahl als Gestellstein verwendet wurde. Beim Ausbrechen desselben ergab es sich nämlich, dass er durch die furchtbare Hitze, die er beim Kupferschmelzen aushalten musste, ganz in derselben Weise, wie der Sandstein von Kassel in der Berührung mit dem Basalte, entfärbt, gefrittet und stellenweise in unregelmässige Säulen, von denen ich noch einige schöne Probestücke besitze, zerklüftet wurde. Man würde mir nun allerdings mit Recht einen mehr als pyrrhonischen Skepticismus vorwerfen dürfen, wenn ich bei solcher Gegenprobe, wie sie mir der Kahler Hohofen dargelegt hat, daran zweifeln wollte, dass nicht auch die Umänderungen, welche der Sandstein von Kassel erlitten, eine Wirkung der Hitze wären und zwar einer, die, weil kein anderes Gestein daselbst ausfindig zu machen ist, lediglich vom Basalte ausgegangen sein kann. Dies muss ich ganz unumwunden zugestehen, jede weitere Schlussfolgerung auf eine vulkanische Eruption des Basaltes im Sinne der Vulkanisten aber eben so entschieden abweisen, denn gerade die andern, oben schon geschilderten Verhältnisse dieses merkwürdigen Steinbruches schliessen eine solche Annahme geradezu aus, wie dies im Nachfolgenden weiter auseinander gesetzt werden wird.

Als ein Beispiel von den Umänderungen, welche die Kohle in der Nähe des Basaltes erlitten, ist eins der lehrreichsten dasjenige, welches die von einem mächtigen Basaltgebilde überdeckte Braunkohle des Meissners darbietet. *

Beide Formationen werden durch plastischen Thon, den sogenannten Schwühl getrennt, der meist von geringer Mächtigkeit, oft kaum 6 Zoll stark ist, hin und wieder jedoch bis zu 5 Fuss anwächst. Er erscheint in stengligen Absonderungen, die rechtwinklig der basaltischen Decke zugekehrt sind. Die Kohlen sind bis auf eine mittlere Tiefe von 7 bis 8 Fuss mannigfach verändert worden. Die prismatisch

* Leonh. Basaltgebilde II. S. 286.

abgesonderte Stangenkohle und die durch ihren lebhaften Glanz ausgezeichnete Glanzkohle liegen zunächst unter dem Schwühl; die Pechkohle liegt in der Regel etwas tiefer und geht allmählig in die unveränderte Braunkohle über. In jenen, der Basaltdecke zunächst liegenden Kohlen geht die braune Farbe in Schwarz über; aus dem Schimmernden oder Matten ist ein theils fettiger, theils fast metallischer Glanz geworden; statt des erdigen oder unvollkommen muscheligen Bruches erscheint ein mehr vollkommen muscheliger; die faserige Struktur ist ganz verschwunden und die Masse ist unregelmässig zerborsten oder prismatisch abgesondert. — Es sind dies lauter Veränderungen, welche die Kohlen noch jetzt erleiden, wenn sie der Einwirkung der Hitze ausgesetzt werden, und somit scheinen auch die Umwandlungen, welche die Braunkohle am Meissner erfuhr, auf Rechnung eines ähnlichen vom Basalte ausgegangenen Einflusses gebracht werden zu dürfen.

Mit diesem Zugeständnisse bin ich selbst weiter gegangen als Bischof *, der zwar das feuerflüssige Aufsteigen des Basaltes zugiebt, dagegen es bezweifelt, dass sich, wie z. B. am Meissner, die Einwirkung der Hitze 7 bis 8 Fuss tief, durch das Thonlager hindurch, in den Braunkohlen wahrnehmen lassen sollte, indem er aufmerksam macht, dass letztere Veränderungen erleiden können, welche denen durch die Hitze sehr ähnlich und doch nicht von dieser ausgegangen sind. Er beantragt daher eine Revision der Kontakterscheinungen zwischen Basalt und Braunkohlen und hält sich für überzeugt, die Zahl der wirklichen Veränderungen durch Hitze dürfte sich dann sehr reduziren; es sei wenigstens auffallend, dass an andern Orten, wo beide in Berührung kommen, die Kohlen kaum oder gar nicht verändert erscheinen. Mit Bischof bin ich ganz einverstanden, dass die Vornahme einer Revision der Kontakterscheinungen eine Nothwendigkeit ist, da die Vulkanisten, sobald sie eine solche wahrnehmen, sich aller weitern Nachforschung begeben und sich begnügen sie auf Rechnung des Feuers zu schieben. Wenn aber gar berichtet wird, dass der Basalt seine Einwirkung auf die Kohlen bis auf 120 Fuss weit erstreckte oder dass ein nur 8 Fuss mächtiger Basaltgang die Thonschichten bis auf 240 Fuss weit in eine hornsteinähnliche Masse umgewandelt habe, so stehen solche Veränderungen ausser allem Verhältnisse mit der Distanz, auf welche hin die Gluth eines Schmelzflusses ihren Einfluss bethätigen kann und müssen daher in ganz andern Ursachen gesucht werden.

Wenn ich mich aber auch dazu verstehen will, die Veränderungen, welche die Braunkohlen des Meissners in der Nähe des Basaltes zeigen, als von letzterem veranlasst anzunehmen, so muss ich dagegen dessen feuerflüssiges Aufsteigen geradezu verneinen und zwar in Folge neuerer Untersuchungen, welche v. Kobell ** angestellt hat.

---

* Lehrb. II. S. 752 u. f.

** Münchn. gel. Anzeig. XXX. S. 724.

Derselbe hat nämlich in höchst sinnreicher Weise ein Mittel zur Prüfung der galvanischen Leitungsfähigkeit der Mineralien sich ausgedacht und dabei gefunden, dass alle Stein- und Braunkohlen, und auch die gewöhnlichen Holzkohlen, erst dann leitend werden, wenn sie in einem Hitzegrade, wie ihn das Löthrohr hervorbringt, durchgeglüht wurden. Er untersuchte nun in dieser Beziehung die Braunkohle des Meissners und fand, dass selbst die dem Basalte zunächst liegenden Stücke derselben, die als Anthrazite von stengliger Absonderung sich ausweisen, nicht leiten. Daraus schliesst er, „dass die Stangenkohle des Meissners keiner heftigen Glühhitze ausgesetzt gewesen sein kann, denn Koks, die einmal so stark geglüht wurden, dass sie gute Leiter sind, verlieren diese Eigenschaft nicht, auch wenn sie feuchter Luft ausgesetzt sind und Wasser aufgenommen haben, wie überhaupt diese Körper ausser ihrer Verbrennlichkeit zu den unveränderlichsten gehören.“ Dass dieses vor dem Löthrohre bewirkte und die Leitungsfähigkeit der Kohlen hervorrufende Glühen übrigens gar kein ausserordentlicher Hitzegrad ist, kann man daraus entnehmen, dass es noch lange nicht hinreicht, um z. B. leichtflüssige Silikate, die nicht viel schwerer schmelzbar sind als gewöhnliches Glas, in Stücken von halber Erbsengrösse in vollkommenen Fluss zu bringen. Das erwähnte Experiment zeigt daher mit aller Bestimmtheit, „dass ein nichtleitender Anthrazit in keiner heftigen Glühhitze sich befunden habe, in keinem Falle in einer Hitze, wie sie erforderlich wäre, um Sandstein zu fritten.“ Das nämliche Resultat hat derselbe ausgezeichnete Mineralog und Chemiker bei Untersuchung von Braunkohlen, über welchen sich mehrere Rhönbasalte aufthürmen, erhalten. — Dieses durch v. Kobell aufgefundene Resultat ist jedenfalls ein wichtiges Beweismittel gegen die Feuerflüssigkeit des Basaltes, denn um solche Massen aufzuthürmen wie die basaltischen Kegel des Meissners oder der Rhön, oder um meilenlange Gänge, zuweilen ins feinste Geäder auslaufend, durch das kalte Gestein hindurchzutreiben, ist die höchste Dünnflüssigkeit und daher der höchste Hitzegrad erforderlich. Man darf hiegegen nicht einwenden, dass Laven noch fortfliessen, auch wenn sie schon beträchtlich abgekühlt sind; sie folgen alsdann, indem sie sich von den Gehängen der Vulkane herabstürzen, dem Zuge der Schwere und verharren ohnedies länger im flüssigen Zustande, weil sich sowohl auf der Ober- als Unterfläche des Stromes bald eine Schlackenkruste bildet, die als schlechter Wärmeleiter die innere Hitze zusammenhält. Die Basaltströme, welche jetzt Gänge erfüllen, haben dagegen, nach vulkanistischer Anschauung, sich dem Zuge der Schwere entgegen bewegt, sind gewaltsam in die Höhe getrieben worden in ungeheuere Entfernungen vom Erdinnern aus und zwar bei ihrem Eintritte in die obern Regionen der Erdkruste durch lauter kaltes Gestein, und müssten also, zumal da sie sich mit keiner Schlackenkruste umgeben haben, schnell zum Erstarren gekommen sein, wenn sie nicht in ihrem ganzen Laufe eine immense Hitze beibehalten hätten. Ohne solche ist weder

ihr Fortfliessen in den obern kalten Regionen, noch zuletzt ihr Aufthürmen zu gewaltigen Kuppeln, die jetzt die Berge krönen, denkbar.*

Gegen die gewöhnliche Ansicht spricht auch eine von Karsten gemachte Erfahrung. Derselbe hat nämlich gefunden, dass, wenn künstlicher Magneteisenstein, mit Kohle umgeben, einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt wird, sich die ganze, mehrere Zoll starke Masse zuletzt wieder in regulinisches Eisen verwandelt. Nun liegt aber Basalt häufig unmittelbar auf Kohlen und sein Magneteisen hätte daher, wenn er anders im glühenden Flusse aufgestiegen wäre, in regulinisches Eisen verändert werden müssen. Ein solches ist aber auf der Berührungsgrenze des Basaltes mit Kohlen noch nie gefunden worden.

h) Zuletzt beruft man sich noch zu Gunsten der feuerflüssigen eruptiven Bildung des Basaltes auf seinen Mangel an ausgeschiedenem Quarz, seine massige Struktur, die Ausläufer, welche er in das Nebengestein aussendet und auf seinen Mangel an Versteinerungen. Ein genaueres Eingehen auf diese Beziehungen wird es jedoch nicht schwer haben, den Ungrund dieser Berufungen darzulegen und wird aus ihrem gegentheiligen oder doch anders zu deutenden Verhalten vielmehr Stützen für die neptunistische Ansicht erlangen, womit wir denn bereits zu denjenigen Erscheinungen der basaltischen Gesteine kommen, in welchen sie eine neptunische Signatur annehmen.

Der Mangel an ausgeschiedenem Quarz ist allerdings bei dem Basalte so allgemein, dass bis jetzt nur ein einziges Beispiel von P. Scrope aufgeführt worden ist, in welchem er als Gemengtheil in letzterem sich einstellt. Indess schon dieser einzelne Fall ist unverträglich mit der vulkanistischen Ansicht von der Basaltbildung, passt dagegen ganz zur neptunistischen und ist für diese aus schon oft angeführten Gründen eine positive Stütze.

Noch weit mehr Ausnahmen erleidet aber die Behauptung von der massigen Struktur des Basaltes im Allgemeinen. Schon die basaltischen Konglomerate und Tuffe sind meist deutlich geschichtet und die gewaltigen Basaltgebilde von Dekkan, Island u. s. w. zeigen die Schichtung in einer Vollkommenheit, die bei allen Beobachtern das grösste Staunen erregt hat. Eine solche Ausbildung der Schichtung über so ungeheure Räume ist aber blos von neptunischen, nicht von vulkanischen Gesteinen bekannt, denn wenn man sich zu Gunsten letzterer auf die Schichtungsverhältnisse des Monte Somma und des Val del Bove beruft, so geschieht dies nur in der falschen Voraussetzung, dass diese wirkliche Lavabildungen seien, während eine solche Annahme durchaus unerweislich und sicherlich irrig ist, da jene Bergparthien zwar alte Bestandtheile von Vulkanen, keineswegs aber

* Dass übrigens diese Kuppeln selbst mit keiner Schlackenkruste überdeckt sind, gehört gerade auch nicht zu den Punkten, welche als Beweismittel für die Identität der Entstehungsweise der neuen basaltischen Feuerprodukte mit den dafür ausgegebenen alten dienen können.

Erzeugnisse der letzteren sind. Sie gehören wohl in gleiche Kategorie mit den isländischen Trappgebilden selbst.

Von basaltischen Lagern und Gängen dringen bisweilen in das Nebengestein Verästelungen ein, die sich mannigfaltig verzweigen und zuletzt als papierdünne Lamellen oder haarfeine Adern auslaufen.* Es ist schon beim Granite dargethan worden, dass mit solchen Ramifikationen die Vorstellung feuerflüssiger Injektionen unvereinbar ist, dass vielmehr Adergeflechte von solcher Feinheit auf nassem Wege müssen ausgefüllt worden sein.

Die Versteinerungen anbelangend, so ist allerdings im massigen Basalte noch nie eine Spur davon gefunden worden, wohl aber in grosser Häufigkeit in den basaltischen Tuffen und Konglomeraten. Man sucht sich freilich von vulkanistischer Seite dieses Vorkommen dadurch zurecht zu legen, dass man zwar, wie bereits erwähnt, das Material zu gedachten Bildungen in loser Form von vulkanischen Eruptionen ableitet, dann aber es unter dem Meere zusammenbacken lässt, damit der Einschluss von Petrefakten und die Bildung von Schichten erklärt werden kann; zuletzt braucht man noch die Hebung, damit die basaltischen Massen über die Oberfläche des Meeresspiegels gelangen. So hat man gar kein Bedenken, Island in seinem ganzen Umfange und das ungeheure basaltische Tafelland von Dekkan in Folge vielmaliger Hebungen seine jetzige Lage einnehmen zu lassen und findet es ganz in der Ordnung, dass solche vulkanische Kraftäusserungen mit einer Regelmässigkeit operirten, dass daraus die schönste horizontale Schichtung hervorging. Für solche Annahmen hat man freilich gar keinen Stützpunkt an der Erfahrung, sie wollen lediglich geglaubt sein und wer einen solchen Glauben nicht zu theilen vermag, für den sind sie leere Worte, die, wie Goethe sich äussert, weder Begriff noch Bild geben. Gleichwohl kann man mit all diesen willkührlichen Voraussetzungen es nicht dahin bringen, den Basalt für absolut versteinerungsleer zu erklären.

Dass die basaltischen Tuffe von Island Versteinerungen und Braunkohlen mit wohlerhaltenen Blätterabdrücken von Birken, Weiden, Ulmen, Ahorn und Tulpenbaum enthalten, hat schon früherhin die Aufmerksamkeit erregt. Noch häufiger stellen sich in Italien basaltische Konglomerate im Wechsel mit tertiären Kalksteinen ein und beide mit zahlreichen wohlerhaltenen Versteinerungen. Am merkwürdigsten und zugleich am genauesten geschildert, sind die basaltischen Konglomerate, die um Militello auf Sizilien vorkommen** und durch ihren Reichthum an frischen, nicht selten lebhaft perlmutterglänzenden Meereskonchylien und einigen Strahlthieren sich auszeichnen, von denen schon Bronn an 30 Arten unterschied. Diese fossilen Ueberreste liegen zumal in dem braunen Teige, der reich an Augit-Partikeln ist, auch einzelne kleine Olivinkörner enthält und stellenweise so gleichartig

---

* Naumann's Lehrb. d. Geognos. II. S. 1133.

** Leonh. Basaltgebilde I. S. 341.

wird, dass er gewissen Pechsteinen nicht unähnlich sieht. Dieser braune Teig umschliesst grössere und kleinere Basaltmassen und beide sind nicht sehr scharf von einander abgegrenzt, vielmehr verlaufen sie meist allmählig ineinander. Was aber für uns das Wichtigste: in den Basaltmassen sind zwar die Versteinerungen um Vieles seltner als im Teige, aber ganz fehlen sie nicht, „denn mitten in den Trümmern schwarzen Gesteins sieht man, obwohl selten, einzelne Muscheln eben so frisch, eben so gut erhalten, wie die oben beschriebenen, und das oft wiederholte Mährchen von petrefaktenführendem Basalt hätte hier wohl am ersten seinen Vertheidiger finden können."

Es ist doch ein seltsames Ding um die vulkanistische Logik, so absonderlich als es ihre Geologie ist. Leonhard berichtet nämlich im eben Angeführten nicht nach einer fremden Autorität, sondern er selbst ist es, der durch Untersuchung von Handstücken das Vorkommen von Versteinerungen inmitten von Basaltmassen nachwies. * Anstatt sich aber an dieser neuen und ganz unerwarteten Entdeckung zu erfreuen, sucht er den Werth derselben selbst zu schwächen, indem er sie an den Kreis der Mährchen anreiht. Freilich kam für Leonhard dieser Befund sehr ungelegen, denn indem er in seinem Werke über die Basaltgebilde darauf ausging, deren vulkanischen Ursprung durch eine Unzahl von Dokumenten nachzuweisen, will es sein Unstern, dass ihm selbst die schönsten Versteinerungen mit lebhaftem Perlmutterglanz inmitten des Basaltes in die Hände fallen, und somit sein ganzes, mühsam aufgeführtes Gebäude auf einmal in allen seinen Grundvesten erschüttert wird. Wir aber, die wir weder vor einer Thatsache zu erschrecken, noch sie abzuschwächen oder zu bemänteln haben, wollen uns freuen, dass es Leonhard gelungen ist, das oft wiederholte Mährchen von petrefaktenführendem Basalte zur Wahrheit zu machen.

---

* Der neueste Bericht über diese Vorkommnisse vom Militello rührt von Sartorius von Waltershausen her, der hierüber in seinem Werke „über die vulkanischen Gesteine in Sizilien und Island" S. 230 Folgendes mittheilt. Bei Militello steht im Thale gegen Scordia zu eine mehrere Meter dicke Schicht von schwarzem Basalttuff zwischen tertiärem Mergel an. Dieser Tuff ist durch den grossen Reichthum tertiärer Konchylien ausgezeichnet. Im Verein mit Krebsen, Seeigeln und Korallen findet man darin die Gehäuse von etwa 100 Mollusken-Arten, die grösstentheils so erhalten sind, als ob sie eben den Wogen des Meeres entnommen wären, und den schönsten Perlmutterglanz, ja sogar die Farben, besonders Roth und Gelb, bis auf unsere Tage bewahrt haben. Dieser eigenthümliche Tuff ist im frischen Bruche schwach fettglänzend, besitzt eine schwarze bis schwarzbraune Farbe und ist von Sartorius als Palagonit erkannt worden. Offenbar ist aber dieser Palagonit identisch mit dem von Leonhard beschriebenen braunen Teige, denn er enthält, wie letzterer, kleine Krystalle von Augit und Olivin, und umhüllt an andern Orten [S. 240] Basalttrümmer. Der Palagonit, um dies hier gelegentlich bemerklich zu machen, ist ein amorphes, in seinem Ansehen an Harz oder Pechstein erinnerndes Mineral von weingelber bis schwärzlichbrauner Farbe, von Glas- oder Fettglanz und muschligem oder splitterigem Bruch. Er ist ein wasserhaltiges Silikat, das selten in grösseren Massen rein auftritt, sondern gewöhnlich in eckigen Körnern und Brocken den Hauptbestandtheil brauner Tuffe ausmacht, die ausserdem noch Fragmente von Basalt und Mandelstein umschliessen. Diese Palagonittuffe, die besonders häufig auf Island und in Sizilien vorkommen, sind reich an Konchylien, Infusorienpanzern und andern organischen Ueberresten.

Die Konsequenzen, die sich daraus ergeben, sind allerdings von nicht geringer Bedeutung, denn das Vorkommen von Versteinerungen in basaltischen, trachytischen, dioritischen und anderen Gebilden ist ein offener Protest gegen die Annahme einer feuerflüssigen Bildung der letzteren. *

Es sei erlaubt, nochmals auf den Steinbruch von Kassel bei Gelnhausen zurückzukommen. Es ist dort eine Basaltmasse in den bunten Sandstein eingedrungen, über deren unteres Ende nichts ermittelt werden kann, da es vollständig verdeckt ist. Man kann also durch die Beobachtung die Vulkanisten nicht widerlegen, wenn sie den Basalt dort nicht für eine in der Sandstein-Formation beschlossene Einlagerung ansehen wollen, sondern auch von ihm behaupten, dass er aus der Unterwelt herauf gestiegen sei und nur seine obere Begrenzung im Sandsteine gefunden habe. Dagegen frage ich, wie kann bei solcher Annahme es begreiflich gemacht werden, dass in eben diesem Steinbruche kleinere Basaltparthien vom Sandsteine ganz umschlossen werden? Diese Basaltbrocken wenigstens sind also wirkliche Einlagerungen im Sandsteine; aber wie sind sie in letzteren hineingekommen, da keine Kanäle sich vorfinden? Ueberdies geht der Basalt daselbst häufig in Sandstein über, wie denn beide überhaupt selten scharf gesondert sind. Würde in diesem Steinbruche statt des Basaltes Kalkstein sich einstellen, so würde Jedermann aus dem Umstande, dass letzterer Sandsteinbrocken, umgekehrt, dass der Sandstein Kalkbrocken einschliesst, und dass beide Gesteine allmählig ineinander verlaufen, den Schluss ziehen, dass Kalkstein und Sandstein als gleichartige und gleichzeitige Bildungen zu betrachten wären. Weil aber an gedachter Lokalität nicht Kalkstein, sondern Basalt es ist, der in Wechselbeziehungen zu dem Sandsteine tritt, so dürfen die Vulkanisten eine solche Schlussfolgerung nicht zulassen, weil sie mit ihrer Theorie unverträglich ist. Die Thatsachen müssen sich daher vor der Doktrin beugen.

Als Ausprägung der neptunischen Signatur des Basaltes muss schliesslich auch noch an die vorhin besprochenen zahlreichen Fälle erinnert werden, wo er in Berührung mit seinem Nebengesteine weder eine Störung des Schichtenbaues noch eine Aenderung der Gesteinsbeschaffenheit hervorgerufen hat und sich also vollkommen wie irgend eine andere neptunische Felsart verhält. Ein Gleiches ergiebt sich auch sehr häufig in solchen Fällen, wo er Einschlüsse von andern Gebirgsarten enthält, die nicht die geringste Veränderung

* Auch Bronn kommt in Verlegenheit (Handb. einer Gesch. der Natur II. S. 709), indem er anführt, dass Ehrenberg die Opale der steinheimer Dolerite, der kosewitzer Serpentine und des koschauer Porphyrs als aus mikroskopischen Organismen gebildet ansieht, was neuerlich Bowerbank für die Moosachate von Oberstein, die basaltischen Bildungen angehören, bestätigt hat, „sodass für sie ebenso schwer wie für die von Ehrenberg bezeichneten zu sagen ist, wie diese organischen Reste in die Mitte der in plutonischem Gestein liegenden Kiesel-Konkretionen gelangt seien.“

erlitten haben.* Wir können es aber nicht oft genug wiederholen, dass ein solches Verhalten mit dem feuerflüssigen Aufsteigen des Basaltes durchaus unverträglich ist. Mag man sich immerhin auf noch so viele Beispiele berufen, in welchen sein Nebengestein im Kontakte mit ihm eine andere Beschaffenheit als in weiterer Entfernung zeigt; alle diese können nicht den gegentheiligen Beispielen, in welchen von ihm keine Einwirkung ausgegangen ist, die Beweiskraft entziehen. Hat sich der Basalt durch das vor ihm längst verfestigte Gebirge in gewaltsamer vulkanischer Weise hindurchgebrochen, so muss er dessen Schichten an den Durchbruchsstellen nothwendig zerrüttet haben; ein solcher Durchbruch ist, allen Erfahrungen gemäss, ohne eine solche Folge gar nicht denkbar. Ist dabei der Basalt, wie behauptet wird, im feuerflüssigen Zustande gewesen, so müssen auch die Trümmer, die vom Nebengesteine in ihn bei seinem Aufsteigen gestürzt sind, insofern sie sich überhaupt erhalten haben, sämmtlich die erlittenen Feuereinwirkungen aufweisen können, wie dies die in Lavaflüsse oder in die Schmelzflüsse der Hohöfen geworfenen Gesteinsbrocken zeigen. Die Erfahrung belehrt uns aber in zahlreichen Fällen vom Gegentheile und wir wiederholen daher einen früheren Ausspruch von Mohs, dass, wenn auch nur in einem einzigen richtig beobachteten Falle von einer vorausgesetzten Begebenheit eine Folge, ohne welche man sich den Vorgang gar nicht denken kann, nicht stattgefunden hat, man an einem solchen Vorgange nicht nur zu zweifeln berechtigt ist, sondern ihn sogar nicht annehmen darf. Für alle diese Fälle müssen wir daher den vulkanischen Ursprung des Basaltes geradezu verwerfen, während sie für seinen neptunischen vollgültige Belege sind, woraus es

---

* Selbst v. Leonhard, der sich sorgfältig bemüht alle Kontakteinwirkungen, von welcher Art sie auch sein mögen, auf Rechnung der Feuerflüssigkeit des Basaltes zu bringen, kann doch nicht umhin [Basaltgebilde II. S. 223] zu bemerken, dass die vom Basalt eingeschlossenen Gesteinsmassen zum Theil nicht im mindesten verändert wurden, „selbst die vom Feuer so leicht umzuwandelnde Farbe ist die nämliche geblieben.“ — Naumann [Geognos. I. S. 775] sagt: „der Basalt umschliesst nicht selten Granitfragmente, welche bald gar keine, bald mehr oder weniger auffallende Veränderungen erlitten haben.“ — Um einige neuere Beispiele anzuführen, so verweist Grandjean [Jahrb. für Mineralog. 1852. S. 293] als sehr bemerkenswerth auf die Einschlüsse, welche die basaltischen Gebilde des Westerwaldes häufig enthalten, worunter namentlich Geschiebe von Grauwacken-Sandstein und Quarzgerölle, „die auch nicht die geringste Veränderung erlitten haben.“ — Gümbel [Regensb. Korresp.-Blatt 1854. S. 47] macht bemerklich, dass in einem Steinbruche am Gommel in der Oberpfalz „ringsum von Basalt eingeschlossene Granitbrocken nicht die geringste Veränderung wahrnehmen lassen.“ — Was den Umstand anbelangt, dass der Basalt auch solche Gesteine einschliesst, die nicht zu Tage anstehen und die deshalb als aus den unterirdischen Tiefen heraufgeführt betrachtet werden, so ist hierüber zu vergleichen, was früher gesagt wurde. Insbesondere beruft man sich auf L. v. Buch, dass er bei Donaueschingen im Basalte ein Stück Liaskalk mit noch kenntlichen Versteinerungen angetroffen habe, während dieser Kalkstein dort durch jüngere Bildungen verdeckt ist. Allein gerade dieses Beispiel spricht entschieden gegen die vulkanistischen Voraussetzungen, denn weder Kalkstein noch Versteinerungen hätten sich im feuerflüssigen Basalt zu konserviren vermocht; dies konnten sie nur, wenn er auf neptunischem Wege sich gebildet hat.

auch begreiflich wird, warum die Vulkanisten so wenig von diesen Fällen wissen wollen und so schnell über sie hinweggehen oder sie ganz ignoriren, was namentlich in den gewöhnlichen Lehrbüchern geschieht, um den angehenden Schüler in seinem harmlosen Köhlerglauben nicht irre zu machen. *

Im Vorangehenden sind nunmehr Anhaltspunkte genug geboten, um schliesslich uns an der Beantwortung der Frage nach dem Bildungsmodus des Basaltes versuchen zu können. ** Man hat bei einem solchen Versuche es niemals aus den Augen zu verlieren, dass der Basalt sowohl nach seinen Lagerungsformen als nach seiner Gesteinsbeschaffenheit ein Gestein von doppelartiger Natur ist, das bald auf einen neptunischen, bald wieder auf einen feurigen Ursprung hinweist. Sehen wir ihn, wie er in regelmässiger Einlagerung oder Wechsellagerung mit versteinerungsführenden Felsarten auftritt, wie er an ihren Grenzen ganz neutral sich verhält und Einschlüsse von ihnen völlig unverändert aufnimmt, wie er ferner nicht selten in der regelmässigsten Schichtung erscheint, mitunter selbst Versteinerungen führt und sogar es verträgt, dass sich ihm der Quarz als Gemengtheil beifügt: sehen wir auf diese Verhältnisse bei sonstigem gänzlichen Mangel aller vulkanischen Anzeichen, so steht nichts im Wege, den Basalt für ein einfach neptunisches Gebilde zu nehmen. Betrachten wir ihn dagegen, wie er in turbulenter Weise seine Nachbarschaft in Verwirrung bringt, Kohlen verkokst, Sandsteine entfärbt, frittet und in Säulen zerspaltet, ja wie er selbst mitunter als ein wahrer Lavastrom, aus Kratern längs der Bergabhänge herabgeflossen, sich darstellt, so können wir eben so gut auf die Meinung gebracht werden, dass der Basalt für eine vulkanische Bildung zu erklären sei. Jede dieser Auffassungen wäre aber einseitig, weil sie zwar eine gewisse Reihe von Erscheinungen, keineswegs aber ihre Gesammtheit befriedigend zu interpretiren vermöchte. Eine Theorie der Basaltbildung muss daher beiden Auffassungen genügen, und dies kann nur geschehen, wenn man sowohl dem Wasser als dem Feuer sein Recht bei dem Bildungsprozesse des Basaltes angedeihen lässt.

Hiebei ist aber für die primitive Entstehung dieses Gesteines das vulkanische Feuer gleich von vorn herein auszuschliessen. Zwar gestehen wir unbedenklich zu, dass die Basaltströme der Auvergne wirklich Produkte des letzteren sein können, damit reihen sie sich aber

---

* Auch Bischof [Geolog. II. 1. S. 752] ist in dieser Beziehung ganz anderer Meinung als die Vulkanisten. „In geognostischen Werken", sagt er, „ist von Veränderungen des Nebengesteines der Basaltgänge so häufig die Rede, dass man an ihrer Realität kaum sollte zweifeln können. Aber nicht minder häufig wird berichtet, dass keine Veränderungen wahrzunehmen seien. Dass ein grosser Theil der wirklichen Veränderungen von nichts weniger als von der Hitze herrührt, geht schon daraus hervor, dass man ihrer Einwirkung oft ganz entgegengesetzte Veränderungen des Nebengesteines zuschreibt." — Man vergleiche überhaupt, was Bischof noch weiter in dieser Beziehung beibringt.

** Gegen die vulkanistische Ansicht von der Basaltbildung habe ich mich zuerst ausgesprochen in den bayerischen Annalen. 1833. I. S. 215.

nur den noch jetzt aus Vulkanen ausfliessenden basaltischen Lavaströmen an, und zeigen sich durch ihre wahrhaft vulkanische Natur, bezüglich ihrer Form wie ihrer Struktur, so scharf abgesondert von der ganz davon verschiedenen Beschaffenheit der grossen basaltischen Gebirgsmassen, dass sie sich eben hiemit als etwas ganz Eigenthümliches, für sich Abgeschlossenes, kund geben. Die Basaltlaven sind sekundäre Erzeugnisse aus irgend einem schon vorhandenen, mit ihnen gleichartigen Material; das Basaltgebirge dagegen ist eine primitive Bildung, die im Schöpfungsakte sich aus ihren constituirenden Bestandtheilen zusammengesetzt hat. Diese primitiven Basalte zeigen ein ganz anderes Verhalten als die sekundären, d. h. als die Lavaströme, und man ist daher nicht berechtigt, das für letztere Gültige auch auf jene zu übertragen.* In sehr treffender Weise hat sich MOHS** über diese durchgreifende Verschiedenartigkeit ausgesprochen und obwohl er weder vorhistorische Basaltströme läugnen, noch behaupten will, dass der Basalt nicht feurigen [etwa plutonischen], noch weniger, dass er neptunischen Ursprungs sei, so stellt er dagegen mit aller Entschiedenheit die Behauptung auf, „dass der Basalt nicht, wie eine wirkliche Lava, aus Kratern von Vulkanen oder aus Spalten, welche Vulkane hervorgebracht haben, in dem Zustande einer Flüssigkeit hervorgedrungen sei, und als solche sich über seine Unterlage verbreitet habe.“

Wenn wir nun aber gleichwohl dem Feuer seine offenbare Mitwirkung, wenigstens bei gewissen Bildungsprozessen des Basaltes, nicht bestreiten wollen und können, so sind wir doch noch lange nicht genöthigt, dasselbe in den Vulkanen zu suchen. Deren Thätigkeit bei der primitiven Bildung des Basaltgebirges schliessen wir ein für allemal und ganz unbedingt aus, da sie schlechterdings mit der Gesammterscheinung des letzteren unverträglich ist. Dagegen wissen wir einen andern Wärmeherd, der zwar nicht die Basaltbildung hervorgerufen, aber in untergeordneter Weise gleichwohl einen sekundären Einfluss auf sie ausgeübt hat, und dies ist der chemische Bildungsprozess, wie

* Treffen wir daher basaltische Gebilde, die entweder wirkliche Laven sind, oder die in ihrem Ansehen mit Laven Aehnlichkeit haben, so werden wir diese für geschmolzene uranfängliche Basalte halten können, ohne dass daraus eine Folgerung über die Bildungsweise der primitiven Basalte, oder gar aller Trappgesteine abzuleiten ist, die in ihrer ganzen Erscheinung keine Analogie mit Laven darbieten. Diese Unterscheidung zwischen primitivem und sekundärem Basalte ist nicht neu; sie ist bereits von DOLOMIEU, SAUSSURE, PETRINI, SCHMIEDER u. A. ausgesprochen. Die Vulkanisten verfallen nun in den grossen Fehler, dass sie den erwähnten Unterschied in der Basaltbildung nicht beachten und durch Identifizirung des sekundären und primitiven Gesteines die vulkanische Entstehungsweise basaltischer Laven auf den Basalt überhaupt ausdehnen, obwohl zwischen beiden nicht blos ein temporeller, sondern auch ein physikalischer Unterschied besteht, der allerdings bisher nicht so gewürdigt wurde, wie er es verdient, der aber um desto mehr festzuhalten ist, als er bezüglich der Ansichten über die Basaltgenesis von grosser Bedeutung ist. Ich werde im Abschnitte von den Laven hierauf zurückkommen.

** Geognos. S. 228.

er auf nassem Wege vor sich geht. Es ist schon bei mehrfachen Gelegenheiten von uns darauf hingewiesen worden, dass beim Uebergang der Materie aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand Wärme frei wird und dass diese zu sehr hohen Graden steigen kann, wenn dieser Uebergang rasch und bei grossen Massen erfolgt. Beim Basalte wird derselbe aber rasch vor sich gegangen sein, da sich seine Gemengtheile nicht oder nur selten vollkommen deutlich ausgebildet haben. Der rasche Vorgang in der Bildung des Basaltes hatte dann dazu beigetragen, die ohnedies schon in Folge des chemischen Prozesses sich entbindende Wärme bis zur Gluthhitze zu steigern und dadurch Erscheinungen, wie z. B. die Frittung von Sandsteinen, herbeizuführen, die allerdings aus einem hohen Hitzgrade hervorgegangen sein können.*

Es ist hiebei noch auf einen andern Umstand aufmerksam zu machen. Schon Mohs und v. Raumer haben auf die grosse Aehnlichkeit, die manche Meteorsteine, wie z. B. die von Juvenas und Stannern, in ihrer Zusammensetzung mit körnigen Basalten haben, hingewiesen. So wenig Sicheres wir nun über den Ursprung der Meteorsteine wissen, so ist es doch wenigstens hinreichend bekannt, dass ihr Erscheinen mit gewaltigen elektrischen Prozessen in Verbindung steht. Dies giebt uns Berechtigung zur Vermuthung, dass bei dem Bildungsprozesse des eisenreichen Basaltes auch der Elektro-Magnetismus und die Elektrizität überhaupt im grossartigen Maassstabe sich geltend gemacht und Wirkungen ungewöhnlicher Art herbeigeführt haben dürfte.** Da solche Prozesse übrigens in sehr verschiedenen

* Dass übrigens die durch v. Kobell gewonnenen Erfahrungen am Ende auch noch eine andere, bisher freilich gänzlich unbekannte Ursache als möglich erscheinen lassen, darf nicht unerwähnt bleiben.

** Auf Rechnung solcher elektrischen Feuerprozesse möchte ich auch die merkwürdigen Säulenbildungen von Sandstein bringen, mit welchen uns Reichel in seiner Publikation: „Die Basalte und säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend" bekannt gemacht hat. Auf Tab. IV. bildet er die Sandsteinsäulen der weissen Wand ab. Es finden sich nämlich auf dem östlich von Johnsdorf sich ausdehnenden Quadersandstein-Gebirge im Umkreise einer halben Stunde die Sandsteine völlig säulig abgesondert. Das vorderste dieser Sandsteinlager wird seit Jahren als Steinbruch benützt, und liefert feste Bausteine und treffliche Mühlsteine. Diese Säulen kommen hier theils in senkrechter, theils in geneigter Lage vor, sind 1½ bis 7 Ellen lang und 2 Zoll bis ½ Elle breit; sie sind meist vier- oder fünfseitig und sehr porös. Ein Steinbruch, der von diesem nur durch eine schmale Wand getrennt ist, die weisse Wand, bietet den Anblick eines durch den Sandstein zu Tage gedrungenen Basaltkegels dar. Einzelne Säulen enthalten Steinkerne und Abdrücke von *Lima canalifera*, bei Johnsdorf fand man früher *Ostrea columba* und *Spongia saxonica*. Tab. V. stellt die Orgelpfeifen von Johnsdorf dar. Eine Viertelstunde von der weissen Wand entfernt gelangt man zu 2 sehr merkwürdigen Sandsteingruppen, welche frei auf der äussersten Spitze des hier steil abfallenden Sandsteingebirges zu einer Höhe von 3—4 Ellen sich erheben und die Orgelpfeifen genannt werden. Die östliche Gruppe hat 6, die westliche 2 Ellen im Durchmesser. Beide sind gebildet aus senkrechten fünfseitigen Säulchen von 2—3, selten 4 Zoll im Durchmesser; der Sandstein derselben ist viel weisser als der der vorhergehenden. — Hier sehen wir also Säulenbildungen im Sandsteine, auch da, wo er nicht im unmittelbaren Kontakt mit Basalt vorkommt, was nur an einer einzigen Lokalität der Fall ist. Wenn wir nun auch nicht abgeneigt sind, diese Säulenbildungen vom Einflusse des Basaltes abzuleiten, der in vielen Gruppen um Zittau sich

Graden der Intensität vor sich gehen, so ist es auch erklärlich, warum ihre Einflüsse bald in sehr auffallender Weise, bald fast gar nicht durch Veränderungen des Nebengesteins sich bethätigt haben.

Mit dieser eben entwickelten Theorie, die im Wesentlichen für den Basalt eine mit den übrigen Gebirgsarten gleichartige neptunische Bildungsweise annimmt, ausserdem aber noch in Folge seines energischen Bildungsaktes eine bedeutende Wärmeentbindung und selbst die Hervorrufung mächtiger elektrischer Prozesse zugesteht, lassen sich alle die mannigfaltigen, zum Theil in scheinbarem Widerspruche untereinander stehenden Erscheinungen, welche der Basalt in seiner doppeltartigen Natur darbietet, in der befriedigendsten Weise deuten. Wo seine Bildung in mehr ruhiger, durch kein Uebermaass von frei werdender Wärme gestörter Weise vor sich ging, konnte er sich ganz der Ordnung seiner Umgebung anbequemen und sich völlig neutral gegen diese verhalten; wo aber seine in der Bildung begriffene Masse durch die von ihr ausgehende Wärmeentwickelung, die bis zur Gluth sich zu steigern vermochte, in heftige Aufregung versetzt wurde, da konnte sie, zumal wenn noch gewaltige elektrische Prozesse ins Spiel kamen, nicht nur auf ihr Nebengestein Wirkungen, analog denen des Feuers, äussern, sondern sie konnte auch mit furchtbarer Gewalt in Bewegung gerathen und dann in die heftigsten Konflikte mit ihrem Nebengesteine, dasselbe theils durchsetzend, theils zertrümmernd, treten. Die immerhin bedeutende Wärmeentwickelung, welche wohl stets bei der Bildung der mehr krystallinischen Basaltmassen sich hervorthat, kann auch die Ursache sein, weshalb ihnen Versteinerungen ganz abgehen, da die von ihnen ausstrahlende Hitze die organischen Wesen ferne hielt oder sie in dem annoch im plastischen Zustande befindlichen Magma auflöste. Wo dagegen die Basaltbildung nur in kleineren Massen, wie bei den Konglomeraten, erfolgte, in denen eine beträchtliche Wärmeansammlung nicht möglich war, oder wo die Krystallisationskraft, und mithin auch die Wärmeentbindung, nur noch im geschwächten Maasse, wie in den basaltischen Tuffen, thätig war, wird es uns nicht mehr befremdlich erscheinen, wenn wir in denselben eine Fülle von Ueberresten organischer Wesen antreffen.

Schon Gumprecht*, der sich durch Genauigkeit seiner Untersuchungen und besonnenes Urtheil auf's Ehrenvollste bekannt gemacht hat, hat darauf hingewiesen, dass die Entstehung mancher krystallinisch-körnigen Gesteine nicht allein auf dem abnormen pyrischen Wege gesucht werden dürfe, sondern dass es wahrscheinlich, wie er zunächst von dem Hornblendefelse und Basalte glaube, zwei ganz entgegenge-

---

findet, so will es uns doch nicht einleuchten, dass die von einem Schmelzflusse ausstrahlende Hitze es war, die auf grössere Distanzen hin solche gewaltige Umänderungen im Sandsteine hervorbringen konnte: hier dürfte solche viel eher durch das in Folge des energischen chemischen Bildungsprozesses des Basaltes hervorgerufene elektrische Feuer — wir erinnern an die Feuermeteore, — was weithin seinen Einfluss zu bethätigen vermochte, herbeigeführt worden sein.

* Jahrb. für Mineralog. 1842. S. 826, 829, 835.

setzte, aber zu demselben Resultate führende Bildungsweisen solcher Gesteine gegeben hat. Die Möglichkeit einer gleichzeitigen Bildung von Granit, Porphyr, Melaphyr und Basalt erklärt er vom chemischen Standpunkte aus als keineswegs unglaublich.

Auch BISCHOF*, obwohl er an dem feuerflüssigen Aufsteigen des Basaltes noch festhält, ist doch schon durch den Umstand, dass derselbe in feine Verästelungen auslaufend und aufsteigend gefunden wird, sehr bedenklich geworden. Sollte sich, bemerkt er, das Eindringen feuerflüssigen Basaltes in so enge Spalten nicht mit den Abkühlungs- und Erstarrungsgesetzen in Uebereinstimmung bringen lassen, so bliebe nichts Anderes übrig, als für jene schwachen Basaltgänge eine andere Bildungsweise anzunehmen, wenn es auch noch fern liegen sollte, eine solche zu finden. In der That hat auch bereits BISCHOF für den Fall, dass sich die vulkanistische Ansicht von der Basaltbildung nicht mehr halten liesse, eine Hypothese aufgestellt, durch welche er zu zeigen sich bemüht, wie augitische Labradorgesteine auch auf nassem Wege und in der Siedhitze des Wassers gebildet werden können. Damit ist freilich der vulkanische Standpunkt ganz aufgegeben.

Nachdem ich in dieser Weise versucht habe, der Theorie der Basaltbildung eine befriedigerende Unterlage als bisher zu bieten, wobei ich freilich gerne bekenne, dass die vorliegenden faktischen Ermittelungen zu einer definitiven Lösung dieses schwierigen Problemes nichts weniger als ausreichend zu erklären sind, können wir die noch rückständige Beantwortung der Frage nach dem Alter derselben nachholen. Wir haben schon gezeigt, dass der Basalt in Kuppen fast allen Formationen, vom Granite an bis herab zu den Tertiärgesteinen, aufgesetzt ist, ohne dass hieraus, in Ermangelung einer Ueberlagerung durch andere Felsarten, irgend eine Altersbestimmung sich ableiten lasse. Etwas Anderes ist es, wenn der Basalt, wie es so häufig der Fall ist, in Gängen anderen Gebirgsarten eingelagert ist. Betrachtet man ihn freilich, wie es die vulkanistische Doktrin will, als fremden, den unterirdischen Tiefen entstiegenen Eindringling, so lässt sich wieder nichts Bestimmtes über das Alter der Basaltgänge aussagen und jene Lehre hat es dann leicht, die ganze Basaltbildung in die Tertiärperiode zu versetzen. Betrachtet man jedoch, wie wir es thun, diese Gänge als gleichzeitige Bildungen mit ihrem Nebengesteine, so ergeben sie sich für eben so alt als letzteres.** Da nun solche Gänge vom Granite

---

* Lehrb. II. S. 743.

** Einen schlagenden Beweis für die Gleichzeitigkeit von Basalt- und Syenit-Bildung hat WILH. FUCHS in seinen Beiträgen zur Lehre von den Erzlagerstätten S. 31 beigebracht. Im Syenite bei Moldawa im Banat tritt nämlich ein Basaltgang auf, dessen Ulmen scharf vom ersteren geschieden [obgleich mechanisch nicht trennbar] erscheinen und dessen Zusammensetzung bei starker Olivinausscheidung ganz genau jene des Basaltes vom Monte Bolca ist. Da weder Augit noch Olivin sonst im Banater Syenite auftritt, auch das Abgeschlossene, Selbstständige des ganzen Vorkommens auf überall bestimmte Weise sich herausstellt, wäre die Annahme eines späteren Eindringens der Basaltmasse in das gesprengte Gebirge sehr zu rechtfertigen, wenn nicht das Verhalten der im Basalte und Syenite erscheinenden Erze [Eisenkies, Kupferkies etc.]

an bis herein zu den Tertiärgebirgen fast in allen Formationen sich einstellen, so folgt daraus, dass die Basaltbildung auf neptunischem Wege bereits in der Urzeit begonnen und erst in der Tertiärzeit zu ihrem Schlusse gekommen; dass sie aber noch innerhalb der letzteren, von nun an den entgegengesetzten Entstehungsweg, nämlich den vulkanischen, eingeschlagen hat und in der besonderen Form und Struktur von Lavaströmen noch fortwährend als eine abnorme Bildung aus Vulkanen ergossen wird.

In kurzen Worten hat ein um die Geognosie hochverdienter Veteran, K. v. Raumer*, die Natur des Basaltes treffend charakterisirt, indem er ihn als ein in und mit den verschiedensten Gebirgsbildungen, vom ältesten Granit bis zum jüngsten tertiären Kalkstein herab, auftretendes Schmarotzergestein bezeichnet, das gleichzeitig mit allen jenen Formationen entstanden, aber als eine ihnen fremdartige, ja meist feindselige eisensteinartige Bildung.

So viel über die Basaltbildung. Wie man aber auch über die von mir mitgetheilten Ansichten über dieselbe denken möge, so erachte ich meinen Zweck schon für nicht verfehlt, wenn es mir nur gelungen ist, den unbefangenen Leser zu überzeugen, dass die Vulkanisten in einem sehr grossen Irrthume befangen sind, wenn sie behaupten, dass die „Streitfrage über die neptunische oder die vulkanische Bildung des Basaltes gegenwärtig als erledigt betrachtet werden kann.“ Im Gegentheil behaupte ich, dass wir erst am Anfange der Lösung stehen und dass, obwohl die bisher zusammengebrachten Erfahrungen noch lange nicht ausreichen, um die Akten für spruchreif zu erklären, doch jetzt schon so viel aus ihnen zu entnehmen ist, dass der Spruch nicht sonderlich erfreulich für die Vulkanisten ausfallen wird. Es ist schon viel gewonnen, wenn es nur einmal zur Anerkennung gelangt, dass Basalte und Lavaströme keineswegs Gesteine gleichartiger Bildungen sind.

25. Der Leuzitophyr.

Der Leuzitophyr [Leuzitlava] ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von Leuzit, Augit und etwas Magneteisenstein, der sich vom Basalte dadurch unterscheidet, dass sich der Leuzit statt des Labradors einstellt. Uebrigens mengt sich auch bisweilen letzterer mit ein, so wie Olivin, Nephelin und Glimmer. Die Grundmasse ist gewöhnlich aschgrau oder röthlichgrau und erlangt durch eingesprengte Leuzit- und Augitkrystalle ein porphyrartiges Ansehen.

Der Leuzitophyr ist eine höchst beschränkte, vereinzelte Bildung,

---

derselben auf das Entschiedenste widerspräche. Diese Kiese tragen das vollständige Gepräge der Gleichzeitigkeit ihrer Bildung mit jener des einschliessenden Gesteins an sich, sie setzen aber auch so ununterbrochen aus dem Syenite in den Basalt über, dass die gleichzeitige Bildung aller dieser zusammenhängenden Kieskrystalle ausser allen Zweifel gesetzt, und somit auch die Gleichzeitigkeit der Basalt- und Syenit-Entstehung bewiesen wird.

* Lehrb. d. allgem. Geograph. 3. Aufl. S. 522.

die besonders ausgezeichnet an der Rocca-Monfina, wo die Leuzitkrystalle bisweilen über 3 Zoll gross werden und an der Somma am Vesuv, ferner im Albaner Gebirge und bei Andernach vorkommt, und auf die Tertiärzeit beschränkt scheint. Wenn auch die neueren Laven des Vesuvs dieselben wesentlichen Gemengtheile wie der Leuzitophyr enthalten, so besteht doch zwischen ihnen der grosse Unterschied, dass bei letzterem die Gemengtheile, insbesondere die Leuzitkrystalle, vollkommen ausgebildet sind, während sie in den neueren Laven sich nicht deutlich gesondert haben, denn wenn dies auch beim Augit und Olivin noch der Fall ist, so findet sich dagegen der Leuzit in ihnen nur in kleinen Körnern von muscheligem Bruche, deren wirkliche Natur erst durch die chemische Analyse nachgewiesen werden musste. Eine weitere Differenz besteht darin, dass, während die Lavaströme ungeschichtet sind, der Leuzitophyr dagegen, insbesondere der des Monte Somma, eine ausgezeichnete regelmässige Schichtung zeigt. Bei dieser augenfälligen Verschiedenheit des Leuzitophyrs von den neueren Vesuvlaven kann es deshalb nur zu falschen Vorstellungen über seinen Ursprung führen, wenn man ihn gewöhnlich mit dem Namen Leuzitlava belegt; die Annahme, als sei er ein Lavaerguss, ist ohne allen Beweis, selbst ein pyrogener Ursprung ist für ihn mehr als zweifelhaft.

§. 7. Vulkanische Gesteine.

Der Ausdruck L a v a ist gegenwärtig durch theoretische Ansichten so weitschichtig und vieldeutig geworden, dass es Noth thut, ihn wieder auf seine gehörigen Grenzen zu beschränken. Es wollen zwar alle Geologen hierunter nur Erzeugnisse des Feuers verstehen; da sie aber hiebei nicht blos mit den noch gegenwärtig von Vulkanen im feurigen Flusse ergossenen Gesteinen sich begnügen, sondern ihnen auch alle zuzählen, welchen, wie den granitischen Gesteinen, lediglich in Folge theoretischer Voraussetzungen eine gleiche Entstehungsweise zugeschrieben wird, so ist der Ausdruck Lava dadurch sehr unbestimmt geworden und hat, vom neptunistischen Standpunkte aus betrachtet, eine zum Theil ganz verkehrte Anwendung gefunden. Wenn vulkanistischen Geologen mit dieser übertriebenen Erweiterung des Begriffs Lava gedient war, um hiebei das Reich des Vulkan auf Kosten des Neptun auszudehnen, so muss den Neptunisten aus entgegengesetztem Grunde darum zu thun sein, zwischen eigentlichen oder neuen, und hypothetischen oder sogenannten alten Laven einen sichern Unterschied zu ziehen.

Zuerst hat sich Kühn* in neuerer Zeit vom neptunistischen Standpunkte aus daran gemacht, die Aehnlichkeit sowie die Verschiedenheit, welche zwischen den jetzigen vulkanischen Produkten und den

* Handb. der Geognosie. Mit Rücksicht auf die Anwendung dieser Wissenschaft auf den Bergbau bearbeitet. Freib. 1833 und 1836. Bis jetzt 2 Bände, äusserst reich an Thatsachen, die der herrschenden Schule unangenehm sind, daher von ihr ignorirt.

sogenannten alten besteht, kritisch zu beleuchten. Da man seine Einreden nicht, wie sichs gebührt hätte, beachtete, so will ich sie hier nochmals zur Sprache bringen.

Als Aehnlichkeit zwischen alten und neuen Laven hat Kühn nur wenig Beziehungen ausmitteln können; desto mannigfacher macht sich, nach ihm, die Verschiedenheit geltend, welche zwischen den jetzigen vulkanischen Gebilden und den sogenannten alten besteht: „namentlich begreifen die ersteren kein quarziges und jaspisartiges, oder nur Quarz als Gemengtheil führendes Gestein, wie die Granite, Greisen, viele Porphyre und selbst die Trachyte mehrerer Gegenden sind, keinen echten Syenit, Gabbro, Saussuritfels, Perlstein, keinen Paulitfels, Kalkstein, Mergel, Aragonit, Serpentin etc., keine grösseren Massen von Magneteisenstein, Schwefelkies, Kupferkies, Thoneisenstein und andern metallischen Fossilien, und keinen echten, schon dem Weichen sich nähernden Eisenthon, keine Wacke und Grünerde, sowie keine bituminösen Gesteine, endlich aber im Wesentlichen auch keine, aus abgerundeten Stücken oder Geschieben unveränderter älterer Gesteine aufgehäuften Massen."

Alle diese Gebilde gehen den echten neuen Feuererzeugnissen ab. „Dagegen enthalten", wie Kühn weiter zusetzt, „die angeblichen alten Laven nirgends die so ausgezeichnet scharfen, glänzenden, glasigen und unverwitterbaren, an der Oberfläche der Ströme in phantastisch gewundenen Formen emporstarrenden Schlackenmassen, welche einen so ausnehmend grossen Theil aller neueren vulkanischen Erzeugnisse ausmachen. Die Granite, Syenite, Paulit- und Saussurit-Felsmassen, Greisen und Serpentine, sowie mehrere andere hieher gehörige Gesteine, zeigen sich aber nicht einmal von blasiger, geschweige von schlackiger Beschaffenheit und gehen auch niemals in dergleichen Gesteine über. Die vielen blasigen Gesteine der sogenannten alten Laven gehören fast ausschliesslich den Eisenthonen und Wacken, oder wenigstens den Mittelgesteinen zwischen diesen und den Basalten, sowie den eigentlichen Grünsteinen, den Feldspath- und Thonporphyren, den Trachyten und allenfalls noch den Porphyrschiefern an, sind nur matt und schimmernd, und mit wenigen Ausnahmen gerade die verwitterbarsten Massen der Gebirgsparthien, in denen sie vorkommen."

Einen andern Unterschied sieht Kühn darin, dass die Blasenräume der angeblichen alten Laven meist ausgefüllt und nur parthienweise halb oder ganz offen sind und die vielartigsten Fossilien umschliessen, während die neueren Laven nur leere, aber mit dem für ihre Entstehungsweise so charakteristischen Schmelze ausgekleidete Blasen erblicken lassen, höchstens zuweilen Sublimate sich in ihnen abgesetzt haben.

Kühn erinnert ferner daran, dass in den ungarischen Trachytkonglomeraten, in den Trachyten und Perlsteinen Mexiko's, in den Eisenthonen und ähnlichen Gesteinen der Faröer-Inseln der Opal wesentlich zu Hause ist und zwar nicht blos als Kluftausfüllung, sondern sehr häufig als integrirender Bestandtheil des Gesteines selbst. Nun

aber kommt Opal nie in echten Laven vor, und kann es auch nicht, weil er nur durch Coagulation entstanden ist.

Endlich zeigt Kühn, dass vielen der angeblichen alten Laven, namentlich dem basaltischen Gebirge und dessen Tuffen, die Bimsteine völlig fremd sind.

Man sieht aus Vorstehendem, dass die Verschiedenartigkeit zwischen den echten neuen und den angeblichen alten Laven höchst bedeutend ist, wenn auch nicht alle Differenzen gleich wesentlich sein, manche in Folge neuerer Entdeckungen selbst sich aufheben möchten. Dagegen bleiben höchst wesentliche Differenzen zwischen ihnen beständig, und diese sind um so mehr zu beachten. Ich masse mir keineswegs an, diesen wichtigen Gegenstand hier erschöpfen zu wollen, dazu hat die Chemie, der zunächst die oberste Entscheidung zusteht, noch zu wenig vorgearbeitet und ich selbst bin kein Chemiker, der sich hierüber eine vollgültige Stimme zuerkennen dürfte; ich erlaube mir nur einige Bemerkungen vorzulegen, die zur Aufklärung des fraglichen Punktes beitragen, oder doch wenigstens zu weitern Untersuchungen anregen könnten.

Allen echten, aus gegenwärtig noch aktiven Vulkanen ausgeflossenen Laven mangelt die freie krystallinische Kieselerde, der Quarz, als ausgeschiedener selbstständiger Gemengtheil. Dieses Resultat hat Kühn auf rein mineralogischem Wege gefunden und die chemische Erfahrung, wie im Vorhergehenden gezeigt wurde, stimmt damit überein. So vielerlei Schmelzprodukte man auch kennt, so ist doch keine Gluth eines Hohofens im Stande gewesen, einen Quarzkrystall zu bilden. Wo also in einem Gesteine die Kieselerde in selbstständigen Ausscheidungen, als integrirender Gemengtheil auftritt, sind wir berechtigt, die Lavanatur des Gesteines zu beanstanden. Lava und Quarz sind Substanzen, die nach allen Erfahrungen nicht aus einem und demselben Bildungsprozesse gleichzeitig hervorgehen können, daher auch der letztere nicht als Gemenge in einem Feuergebilde gefunden werden kann.

Mit diesem Satze befinde ich mich freilich im entschiedensten Widerspruche mit der ganzen plutonisch-vulkanistischen Schule. Diese weiss genug Steine aufzuzählen, die sie für echte Laven erklärt und die gleichwohl ausgeschiedenen Quarz enthalten. Hiegegen ist schon früher das Nöthige beigebracht worden; an diesem Orte haben wir uns aber genauer zu versichern, ob es denn unter den Laven, die von annoch thätigen Vulkanen abstammen, gar keine giebt, in denen die Kieselerde als ausgeschiedener Gemengtheil auftritt.

Dass Quarz wenigstens unter die sehr seltenen Vorkommnisse von Laven gehöre, gestehen auch diejenigen Geologen zu, die den Begriff Lava nicht blos auf die Produkte der thätigen Vulkane beschränken, sondern ihn ebenfalls auf solche Gesteine ausdehnen, die zwar im Aeusserlichen Aehnlichkeit mit jenen haben, deren vulkanischer Ursprung aber durch kein geschichtliches Dokument belegt werden kann.

So sagt Breislak*, der den Begriff Lava in dieser weiten Ausdehnung nimmt: „selten findet man in ihnen Quarz.“ Brocchi**, der ein solches Gestein aus der für vulkanisch angesehenen Gegend zwischen Bracciano und Tolfa bei Rom beschreibt, bemerkt: „eine merkwürdige Sonderbarkeit ist hier die Gegenwart des Quarzes, der sich äusserst selten in Laven vorfindet“; ja er wirft sogar die Frage auf: „ist dieses in der That eine wahre Lava?“ Der scharfsinnige und mit echten Laven wohlbekannte Naturforscher hat in diesem Falle mit wohlbegründetem Rechte an der Lavanatur dieser Gesteine gezweifelt.

Ebenso auffallend war es Dolomieu, als er in den sogenannten Laven der Insel Zannone, die man als eine Fortsetzung der Insel Ponza betrachten kann, häufige Ausscheidungen von Quarz fand. Er nahm deshalb an, dass dieser das Produkt wässeriger Einsickerungen nach Erhärtung der Laven sei. Zur Widerlegung dieser Erklärung weiss Breislak*** nichts Anderes vorzubringen, als dass sie ihm nicht einfach genug sei.

Auch Abich † ist, als entschiedenen vulkanistischen Bekenntnisses, mit diesen Gesteinen, wie schon früher angeführt, in einige Verlegenheit gekommen. Und wenn er uns selbst erklärt, dass wir auf der Inselgruppe von Ponza vergebens nach Formen suchen, welche als die alleinigen Wirkungen von Erscheinungen erklärt werden könnten, wie sie heutige Vulkane uns darbieten, so möchte ich wissen, mit welchem Grade von Verlässigkeit die Wirkungen der angeblich alten Vulkane, über deren Aktivität kein historisches Zeugniss vorliegt, bestimmt werden können.

Vergleichen wir mit den hypothetischen alten Laven die neuen der italienischen Vulkane, wie sie Fr. Hoffmann †† gesammelt und Gustav Rose bestimmt hat, so erhalten wir ein ganz anderes Resultat. Die Lava von 1832 aus dem Vesuv besteht aus einem hellgrauen, krystallinischen, blasigen Gestein, welches Leuzite und Augite einschliesst und in den Höhlungen ein feinfadiges Mineral, dem rothbraunen Breislakit ähnlich. Die überaus zahlreichen Stücke von Ganggesteinen aus den Schluchten des Monte Somma zeigen Leuzit, Augit, Olivin, Labrador und Glimmer in der Grundmasse, Glimmer und Kali-Harmotom in den Drusen; nur ein Stück, das L. v. Buch mitbrachte, enthielt glasigen Feldspath. Die Lava des Monte nuovo ist eine Feldspathlava in feinblasigen Bimstein übergehend mit spärlichen Krystallen glasigen Feldspaths. Der Lavastrom des Aetna von 1634 enthält viel Labrador, wenig Augit und Olivinkörner.

Abich's ††† Angaben kommen mit den vorhergehenden überein. Die

---

* Lehrb. der Geolog. übers. von Strombeck. III. S. 253.

** Ebend. S. 455.

*** Ebend. S. 456.

† Geolog. Beobacht. über die vulkan. Erscheinungen in Unter- und Mittel-Italien. I. S. 22.

†† Geognost. Beobacht. S. 184, 191, 203, 206, 219, 681, 691.

††† A. a. O. S. 43, 121, 122.

angebliche Lava des Arso auf Ischia, die im Jahre 1301 ergossen worden sein soll, enthält in einer krystallinisch glänzenden porösen Grundmasse glasige Feldspathkrystalle, kleine Glimmerblättchen, wenig Augittheilchen und Olivinkörner, sowie eingesprengtes Magneteisen. Die Aetnalaven scheinen alle von derselben Zusammensetzung: in der dunkeln Grundmasse Labrador und Augit, bisweilen noch Olivin. Die fortwährend sich bildende Lava des Kraters von Stromboli gleicht den Aetnalaven bis zur Verwechslung, nur dass ihre noch dichtere Grundmasse weniger Labrador, aber mehr Augit enthält.

Es steht also nach Hoffmann's und Abich's Angaben das Resultat fest, dass die aktiven Vulkane Italiens weder in der Gegenwart noch in der Vergangenheit Laven mit Quarzausscheidungen ergossen haben. Ganz das nämliche Verhalten zeigen die isländischen Laven nach der sorgfältigen Beschreibung, die Mackenzie* von ihnen mitgetheilt hat. Wenn diese Angaben überhaupt noch einer Bestätigung bedürftig wären, so können sie durch Sartorius von Waltershausen** eine solche erhalten, der nach seinen eigenen Untersuchungen erklärt: „keine Lava von Island oder vom Aetna enthält auch nur die geringsten Spuren von Quarz.“ Die Laven unserer sämmtlichen europäischen Vulkane sind also quarzfrei; dies ist evident nachgewiesen. Es ist kein Zweifel, dass es mit den Laven aussereuropäischer Vulkane die gleiche Bewandtniss hat, obgleich ich hierüber nicht genug sichere Angaben habe ausfindig machen können, mit Ausnahme von denen, welche Deville*** über die Laven von Teneriffa und Fogo [Fuego von den kapverdischen Inseln] bekannt machte, die sämmtlich frei von Quarzeinmengungen sind. Dabei ist zu bemerken, dass keineswegs alle Vulkane Laven ausströmen; dies gilt besonders von denen der Kordilleren, von welchen die wenigsten Laven ergossen haben, sondern weit häufiger Schlamm-Eruptionen, die nicht selten Fische aus der Umgegend enthielten.

Hier befassen wir uns nur mit den eigentlichen Laven, welche von Vulkanen ergossen wurden und nach ihrem Erstarren eine steinige Beschaffenheit erlangten. Dieselben sind nach den vorliegenden Angaben entweder trachytischer oder basaltischer Natur. Als Trachytlaven werden folgende angegeben: 1) eigentliche Trachytlaven mit den wesentlichen Eigenschaften des Trachyts; z. B. mehrere Laven der phlegräischen Felder bei Neapel, besonders die Lava der Solfatara, dann die Lava del Arso von der Insel Ischia, die Lava von Cuzeau in der Auvergne. 2) Phonolithlava, nach Zusammensetzung und Struktur zunächst dem Klingstein verwandt; z. B. der Piperno in den phlegräischen Feldern. 3) Obsidianlava von Island, Ischia und Teneriffa. 4) Bimsteinlava auf Lipari und Vulcano. — Als Ba-

* Reise durch Island, 3. Anhang. Auch in Gaimard *voy. en Islande sur la Recherche: Minéralogie et Géologie par* E. Robert finde ich keiner echten Laven mit Quarzausscheidungen gedacht.

** Ueber die vulkanischen Gesteine in Sizilien u. Island. S. 364.

*** Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. V. S. 678.

saltlaven werden aufgeführt: 1) Die eigentlichen Basaltlaven, wohin unter den ältern die meisten Laven Mittelfrankreichs gehören, die ihrer Gesteinsbeschaffenheit nach mit den echten Basalten vollkommen übereinstimmen. 2) Die Doleritlaven, z. B. viele Laven des Aetna und des Stromboli. 3) Leuzitlaven, welche nichts Anderes sind als der vorhin beschriebene Leuzitophyr.

Unter diesen Laven sind sowohl die leuzitischen als die sämmtlichen trachytischen in ihrer Lavanatur zu beanstanden, wenigstens so lange als ihr stromartiger Fluss nicht zu einer sichreren Gewissheit gebracht werden kann als bisher. Nicht als ob ein solcher Fluss an sich etwas Unmögliches wäre, — bei der nahen Verwandtschaft trachytischer und basaltischer Gesteine ist die Möglichkeit *a priori* gar nicht zu bestreiten — aber es ist zu verlangen, dass ein vollgültiger Nachweis für ein solches Ereigniss wirklich beigebracht wird und hieran fehlt es noch zur Zeit. Im Nachfolgenden handelt es sich demnach blos von den Basaltlaven, die bald an gewöhnlichen Basalt, bald an Dolerit sich anschliessen.

Die Lava verdankt ihren Ursprung einem Vulkane, von dem sie als Strom ergossen wird. Ehe die Schilderung der ersteren vorgenommen werden kann, ist zuvörderst die Eigenthümlichkeit der letzteren zu erörtern. Wir können uns in dieser Beziehung kurz fassen, indem wir auf die Lehrbücher der physikalischen Geographie verweisen, in welchen die äussere Beschaffenheit, die Verbreitung und die Erscheinungen der Ausbrüche der Feuerberge ausführlich geschildert sind; hier nur das Wichtigste, was unmittelbar in den Bereich der Geognosie fällt.

Ein Vulkan hat gewöhnlich die Gestalt eines abgestumpften Kegels, mit einer innerlichen schlotartigen Aushöhlung, die oben in eine trichter- oder kesselförmige Mündung übergeht und der Krater genannt wird. Die einfachste Form, wie sie sich meist bei kleineren Vulkanen findet, ist, dass um die Mündung des Eruptionsschlotes ein Haufwerk von Schlacken und sogenannten Aschen [der Aschenkegel] allmählig zu einem Kegelberge aufgethürmt worden ist. Für die meisten grösseren Vulkane hat dagegen L. v. Buch die Meinung ausgesprochen, dass der ganze Boden durch ungeheure vulkanische Gewalten kegelförmig in die Höhe gehoben wurde, dessen Schichten daher jetzt aufgerichtet sind, während in der Mitte des gehobenen Bodens eine runde Vertiefung sich bildete, ein sogenannter Erhebungskrater. Diese Ansicht wurde anfänglich mit grossem Beifalle aufgenommen, bald aber so ernstlich angestritten, dass jetzt wenigstens die Theorie von der eigenthümlichen Bildung dieser Erhebungskrater von den meisten Geologen verworfen und daher hier in keine weitere Berücksichtigung zu ziehen ist.

Bekanntlich haben die Vulkane abwechselnde Perioden der Thätigkeit und der Ruhe; auch giebt es unter ihnen solche, die seit Jahrhunderten gänzlich erloschen sind oder von deren Ausbrüchen gar keine historischen Dokumente vorliegen, die gleichwohl aber ganz uner-

wartet plötzlich wieder in Aktivität gerathen. Solche, die nicht vollständig erloschen sind, geben ihre Thätigkeit durch das Ausstossen von Dampfwolken, Fumarolen, zu erkennen, die hauptsächlich aus Wasserdampf bestehen; ausserdem hauchen sie auch noch Schwefelwasserstoff, schwefelige Säure, Chlorwasserstoffsäure, Kohlensäure und Stickgas aus. Schon im ruhenden Zustande ereignet es sich mitunter, dass der Vulkan Schlacken in die Luft schleudert; wenn er aber zum vollen Ausbruche gelangt, so geschieht dies im grossartigsten Maassstabe. Durch die aus der Tiefe erfolgenden Dampf-Explosionen wird die aufsteigende, glühende Lava in die Höhe über den Krater hinaus geschleudert und in Stücke zerrissen, die meist noch während des Fluges erstarren und in aufgeblähten blasigen Schlackenlaven oder mehr scheibenförmigen Formen herabfallen, oder auch zu kugeligen Massen, den sogenannten vulkanischen Bomben [Vesuvsthränen] sich ballen. Diese Auswürflinge sind von sehr verschiedener Grösse, von der der Sandkörner bis zu Blöcken von 10 bis 12 Fuss. Die kleineren eckigen von Hasel- bis Wallnussgrösse werden Lapilli genannt und wenn sie noch kleiner werden, bilden sie den sogenannten vulkanischen Sand, der öfters zugleich mit einer Menge loser Krystalle vermengt ist; solche Krystalle von Augit und Leuzit hat der Vesuv mitunter in ungeheurer Menge ausgeworfen. Die feinsten Auswürflinge bilden die vulkanische Asche, so benannt, weil sie aus feinen staubartigen Theilchen von weisser oder grauer, bisweilen auch schwarzer Farbe besteht. Die Asche, welche mit der Lava die ganz gleiche Zusammensetzung hat, wird oft in ungeheurer Menge ausgeworfen und durch den Wind über weite Strecken hin verbreitet. Gesellen sich zu solchen Aschenregen noch gewaltige Regengüsse, wie denn in Folge vulkanischer Eruptionen häufig Gewitter sich bilden und wolkenbruchähnliche Platzregen herabstürzen, so entstehen Schlammfluthen, die zu den verderblichsten Ereignissen gehören. Durch solche Schlammfluthen wurden Pompeji und Herculanum verschüttet.

Der Ausbruch der Lava erfolgt entweder aus dem Krater des Gipfels [dem sogenannten Aschenkegel] oder aus Seitenspalten, und die Masse wälzt sich wie ein Strom an den Gehängen herab. Anfangs flüssig wie geschmolzenes Metall und weissglühend geht sie bald durch Abkühlung in Rothglühhitze über, wird dickflüssiger und überzieht sich mit einer Schlackenkruste, die stellenweise von der nachfliessenden heissen Lava wieder durchbrochen und zerrissen wird, bald aber wieder erstarrt, wodurch die Oberfläche ausserordentlich rauh, zerrissen und zackig erscheint. Auch auf der Unterfläche des Stromes setzt sich eine ähnliche Schlackenkruste an, so dass derselbe sich wie in einem Schlauche fortbewegt. Während die äussere Rinde sich bereits so weit abgekühlt und verfestigt hat, dass man über sie hinweggehen kann, ist das Innere noch heissflüssig und es dauert oft viele Jahre, bis ein Strom erkaltet ist. Die Lavaströme haben eine sehr verschiedene Mächtigkeit, die von wenig Fuss bis zu 50 und 100 F. steigen kann.

Gewöhnlich stellt man sich die blasige, schlackige Beschaffenheit als wesentlich für die Lava vor. Dies ist jedoch keineswegs richtig, denn diese ist nur den losen Auswürflingen und der Oberfläche des Stromes eigen; weiter hinein wird die Masse immer dichter, wenn auch von mancherlei Höhlen durchzogen, und zuletzt fast so vollkommen steinartig, wie es Basalt ist.

In petrographischer Beziehung kommt die Lava mit dem Basalte überein und zeigt auch öfters die säulenförmige Absonderung in gleicher Vollkommenheit wie dieser. Diese Uebereinstimmung ist auch der Hauptgrund, warum dem Basalte die gleiche Entstehungsweise wie der Lava zuerkannt wird; indess ist jene doch nicht so vollkommen, dass nicht Differenzen ermittelt werden könnten, worüber Einiges unter Hinweisung auf den vorigen Paragraph hier noch zu sagen ist. Die blasige schlackige Beschaffenheit kommt nämlich bei allen Lavaströmen vor und dabei sind ihre Blasenräume leer; bei dem Basalte sind solche Aushöhlungen untergeordnete und vereinzelte Erscheinungen und dann meist mit Zeolith erfüllt, was bei Laven niemals der Fall ist. Ferner unterscheiden sich letztere vom eigentlichen Basalte, auch wenn sie sonst mit ihm ganz und gar übereinstimmen, durch den fehlenden Wassergehalt, der dem letzteren, wie dem Obsidian und Bimstein, zukommt. Man giebt zwar als Grund hievon an, dass diese letztgenannten Gesteine unter dem Druck des Meeres sich gebildet und dadurch Wasser gebunden hätten. Dagegen spricht, dass Dolerit, der unter gleichen Verhältnissen wie der Basalt sich konstituirt hat, kein Wasser enthält, indem bekanntlich der Hauptunterschied zwischen beiden durch die Gegenwart des chemisch gebundenen, Zeolith bildenden Wassers in letzterem bedingt wird. Man langt also hier mit dem mechanischen Mittel des Drucks zur Erklärung des Wassergehaltes im Basalte so wenig aus, als man durch selbigen die Gesetze der Wahlverwandtschaft ausser Kraft zu setzen vermochte.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die Lavaströme durchgängig ungeschichtet sind, während es Basalte, Trachyte und Klingsteine giebt, welche eine regelmässige Schichtung oder doch eine ziemlich reguläre bankartige Absonderung zeigen. Nun beruft man sich zwar darauf, dass man auch geschichtete Laven, die sogenannten Lavabänke, findet, und führt als Beispiel das Val del Bove am Aetna und den Monte Somma an; hören wir indess, wie sich über jenen Punkt Elie de Beaumont * äussert. „Die steilen Abstürze dieses Thales,“ sagt er, „bestehen aus mehreren Hunderten von vollkommen regelmässigen Schichten, die meistens hellgrau oder bräunlich sind und wie die jetzigen, im Allgemeinen schwärzeren Laven des Aetna, aus Labrador, Augit und Olivin zusammengesetzt sind. Die mineralogische Beschaffenheit ist demnach von derjenigen der jetzigen Laven nur sehr unbedeutend verschieden, während die gleichmässige Mächtigkeit und Erstreckung der Schichten eine bedeu-

* Lehrb. der Geolog. und Petrefaktenk. II. S. 153.

tende geologische Verschiedenheit von den jetzigen Laven andeutet. Am Val del Bove wechseln deutlich geflossene [?] Schichten mit Lagern von Tuff und Konglomerat ab und im Durchschnitt haben dieselben etwa 2 Meter Mächtigkeit. Die Schichten sind durchaus gleichmässig gegen den Mittelpunkt des Berges hin gehoben. An dem obern Theile, wo das Thal gegen den Kegel sich schliesst, erscheinen die Laven ganz horizontal, während an den Wänden zu beiden Seiten sie stark nach aussen hin fallen. Man bemerkt im Verhalten dieser Schichten durchaus keinen Unterschied, ob sie nun geneigt sind oder horizontal." — Hat man, frage ich, jemals bei irgend einem Lavastrome der historischen Zeit einen solchen regelmässigen Schichtenbau wahrgenommen? Nimmermehr, und dies ist auch der Grund, weshalb die Lavanatur des Val del Bove geradezu zu bezweifeln ist. Mit den Bänken des Monte Somma hat es eine ähnliche Bewandtniss.* Man hat, wie es sich mir aus allen Anzeichen zu erge-

---

* Die Verhältnisse des Monte Somma sind im hohen Grade lehrreich, so dass sie eine besondere Erwähnung verdienen. Aus horizontalen geschichteten, mit Seemuscheln erfüllten sogenannten Bimsteintuffen erhebt sich der Vesuv als eine durchaus isolirte Bergmasse, die aus zwei verschiedenen Theilen besteht, nämlich aus dem Aschenkegel, dem eigentlichen Vesuv, und aus einem halbkreisförmigen Wall, dem Monte Somma, welcher jenem gegenüber senkrecht abstürzt und durch ein tiefes Thal [Atrio del Cavallo] von ihm geschieden ist, nach aussen hin aber allmählig gegen die Ebene abfällt. Der eigentliche Feuerberg, der Vesuv, ist aus Schlackenlagen, mit einigen schmalen Lavaströmen gebildet; die Somma dagegen besteht aus Leuzitophyr, welcher in regelmässige, nach aussen hin unter einem Winkel von 24 bis 30° einfallende Schichten abgetheilt ist, und von dem Bimsteintuff der Ebene bis zu einer gewissen Höhe überlagert wird. Die Schichten des Leuzitophyrs, welche zwar an der Oberfläche etwas schlackig erscheinen, sonst aber ganz kompakt sind und mit schwachen Schichten schlackenartigen Gesteins abwechseln, zeigen sich von einer grossen Menge von fast senkrecht aufsteigenden und mannigfach verzweigten Gängen durchsetzt, die meist nur zu einer gewissen Höhe emporsteigen und aus demselben, nur weit kompakteren Gesteine als die Schichten selbst bestehen. Die Schichten sind von diesen Gängen in einer Weise durchsetzt, dass, wenn man letztere entfernen könnte, die ersteren sogleich zusammenbrechen müssten. — Um diese Zusammensetzungsweise der Somma, die eher an ein neptunisches als an ein vulkanisches Gebilde erinnert, in Zusammenhang mit dem Vulkanismus zu bringen, haben die Geologen zu folgenden Annahmen gegriffen. Die Somma bestand ehemals blos aus horizontal gelagerten Schichten von Leuzitophyr und Schlacken, jene aus Lavaströmen, diese aus Auswürflingen hervorgegangen, indem Stromergiessungen und Auswürfe periodisch miteinander abwechselten. Alsdann wurden allmählig durch vulkanische Gewalten die horizontalen Lagen des Leuzitophyrs und des sie theilweise überdeckenden Bimsteintuffes in die Höhe gehoben, aber keineswegs gewaltsam und tumultuös, wie jetzt vulkanische Eruptionen es zu thun pflegen, sondern ganz sachte und behutsam, so dass die Regelmässigkeit der Struktur nicht beeinträchtigt wurde; lediglich die Schichtungsfugen wurden etwas gelüftet und der ganze Berg in unzählige Spalten zerrissen. Nach der Art dieser Zerspaltung wäre nun allerdings, wie kurz vorher bemerklich gemacht, der Zusammensturz der Somma zu besorgen gewesen, aber dieser wurde dadurch verhindert, dass in die gelüfteten und zerrissenen Schichten alsobald neue Lava eindrang, welche die Lavagänge und selbst einige neue interpolirte Lavaschichten bildete. Dabei ist dann noch ein sehr merkwürdiger Vorgang erfolgt, der auch nur in der Urzeit der vulkanischen Thätigkeit sich gezeigt hat, wozu sie aber jetzt zu ohnmächtig geworden scheint. Nämlich durch die allgemeine Lüftung und Zerreissung der Schichten musste nothwendig die ganze

ben scheint, in vielen Fällen die Werkstätte des Vulkans von seinen Fabrikaten nicht unterschieden.

Betrachten wir endlich die Form eines Lavaergusses nach seiner Erstarrung, so finden wir keine andere als wie sie jeder Strom wahrnehmen lässt. Seine Form wird bestimmt durch das Gehänge des Berges, von welchem er herabgestürzt, und wenn ein Lavaausbruch, wie es bisweilen geschieht, am Fusse des Vulkans oder aus Bodenspalten erfolgt, so wälzt er sich fort so gut als es gehen will, wie jeder andere Strom, dessen Richtung und Form durch die Beschaffenheit der Unterlage bedingt ist: immer sind es flächenartige Ausdehnungen, welche die flüssige oder feste Lava darstellt. Vergleicht man nun damit die Basalte der Rhön, der Oberpfalz, Oberfrankens, Sachsens und Böhmens, so zeigen sich uns dieselben unter einer ganz andern Gestaltung, nämlich als gewaltige Kegelberge und Dome, die hoch über ihre Unterlage sich aufthürmen. Ein solches Aufthürmen ist aber von einem Lavastrome niemals ausgeführt worden und er kann es auch nicht, weil er die Natur aller Ströme ohne Unterschied theilt, die nach hydrostatischem Gesetze der Tiefe zustürzen müssen. Die Bildung der genannten Basaltberge ist demnach nothwendig ganz anderer Art gewesen als die der Lavaergüsse, und zwar von einer Art, wie sie schon im Vorhergehenden erörtert wurde. Man darf uns hiegegen nicht den Iorullo oder die Kegelberge, welche sich bei Seitenausbrüchen der Vulkane bilden, oder die Feuerberge, welche plötzlich aus dem Meere sich aufthürmten, anführen, denn diese sind durch blose Auswürflinge, die sich um den Eruptionskanal herum aufgehäuft haben, entstanden, während die oben genannten Basalte aus kompakten Massen bestehen und weder einen Schlot noch einen Krater aufzuweisen haben.* Die Verschiedenartigkeit beiderlei basaltischer Bildungen ist demnach eine durchgreifende.

Somma sich in ihrem Umfange ausdehnen und da die Lücken sich später wieder mit Lava erfüllten, so ist es klar, dass hier eine förmliche Intumescenz eines Berges erfolgt ist. — So lautet die vulkanistische Interpretation dieser Erscheinung; mich will es indess abermals bedünken, als ob die Erklärung noch verwunderlicher sei als die Thatsache selbst, denn selbige muthet mir zu, an Vorgänge zu glauben, die gegenüber der aus wirklichen Beobachtungen hervorgegangenen Erfahrung vollständig ohne Beispiel sind. So ungeheuerlich es zur Zeit auch noch klingen mag, so muss ich doch das Bekenntniss aussprechen, dass ich die Bildung des Felsgebäudes der Somma nicht auf Rechnung vulkanischer Thätigkeit bringen kann, so wenig als ich dies für die basaltischen Tafelländer in Island und Indien vermag. Der Vesuv ist, wie alle Welt weiss, ein Vulkan, jedoch nur der Kegelberg ist ein Werk vulkanischer Thätigkeit, nicht aber die Somma.

* Eines der bekanntesten Beispiele von Feuerbergen, die dem Meere entstiegen, liefert die im mittelländischen Meere im Jahre 1831 entstandene Insel Ferdinandea. Nach vorausgegangenen Erdbeben stieg zu Anfang Juli an einer Stelle, wo das Meer 600 Fuss tief ist, aus demselben eine Insel mit einem Krater empor, aus welchem fortwährend Dampfwolken sich erhoben und Schlacken in grosser Menge ausgeworfen wurden. Zu Ende Septembers hatte die Insel, die nur aus einem Haufwerk von Schlacken bestand, einen Umfang von 2100 Fuss erreicht und ihre grösste Höhe betrug 215 Fuss; zu Ende Dezembers war sie bereits wieder verschwunden.

Bisher ist blos von Lavaströmen aus neuerer Zeit gesprochen worden, weil man zuerst mit deren Natur bekannt sein muss, bevor man beurtheilen kann, ob ähnliche Gebilde aus vorhistorischer Zeit in der That als Feuerprodukte zu erklären sind. Man kann nicht läugnen, dass es wirklich solche giebt, und insbesondere ist es die Auvergne, welche hievon den Beweis liefert. Man sieht hier Basaltströme, welche in allen Stücken echten Lavaströmen gleichen: sie entspringen aus einem Krater, ergiessen sich an den Gehängen herab in die Thäler, sind auf ihrer Oberfläche schlackig und werden nach innen zu kompakt.

In diesem Falle hat man also wohl wirklich echte Lavagebilde vor sich, obschon die Geschichte keine Kunde davon hat, dass einst in Mittelfrankreich Vulkane in Thätigkeit waren. Allein aus dem Vorhandensein echter Lavagebilde aus uralten Zeiten folgt keineswegs, dass aller Basalt dieser Gegenden ein Feuerprodukt sei. Selbst Elie de Beaumont * hat bereits darauf hingewiesen, dass in der Auvergne zwischen den älteren und neueren Basalten ein bedeutender Unterschied sowohl nach ihrem mineralogischen als geognostischen Verhalten besteht. Die älteren nähern sich mehr dem Klingstein, sind äusserst kompakt, zähe und enthalten weniger Olivin als die neueren, welche sehr krystallinisch sind, Blasen und Zellenräume zeigen und eine grosse Menge Olivin eingesprengt oder nesterweise aufzuweisen haben. Ferner führen die neueren Laven zu wohlerhaltenen Kratern und Schlackenkegeln hin, während den älteren ein solcher Zusammenhang abgeht, so dass E. de Beaumont, um doch ihren vulkanischen Ursprung zu retten, zu zwei Annahmen greifen muss, nämlich sie seien Ergüsse aus Spalten und ihre etwaigen Schlackenkegel durch spätere Fluthen weggeführt worden.

Für diese älteren Basalte der Auvergne hört also bereits die Identität ihrer Erscheinung mit der der echten Basaltlaven auf, damit aber auch die Beweiskraft für ihren feurigen Ursprung, während der Skepticismus berechtigt ist, sich von da aus geltend zu machen. Man hat in der Auvergne, im Vivarais und andern ähnlichen Punkten durch das Auftreten einzelner wirklicher basaltischer Lavabildungen sich verleiten lassen, das, was für die Entstehung der letzteren mit Grund postulirt werden darf, ohne solche Berechtigung geradezu auf das Ganze überzutragen und sogar Basaltberge, die weder Krater noch Ströme aufzuzeigen haben, für vulkanische Produkte erklärt. Es erscheint mir deshalb im Interesse der Wissenschaft geboten, dass die Untersuchungen in den erwähnten Gegenden, die in der neueren Zeit nur vom vulkanistischen Standpunkte aus geführt wurden, einmal von einem solchen Geognosten, der vollkommen unbefangen oder selbst an der Richtigkeit der bisherigen Interpretation irre geworden ist, vorgenommen werden. Ich bin nicht zweifelhaft, dass eine strenge Scheidung zwischen dem erweisbaren und dem blos auf theoretische Voraussetzungen angenommenen vulkanischen Bestandtheil solcher basaltischer Ge-

* A. a. O. S. 173.

genden ein Resultat herbeiführen wird, das den Vulkanismus in eine viel engere Grenze, als ihm zur Zeit gewährt wurde, einschränkt.* Man hat sich bisher überhaupt durch die Aehnlichkeit der Basalte, Leuzitophyre und Trachyte mit wirklichen basaltischen, leuzitischen und [insofern es solche giebt] trachytischen Laven verleiten lassen, ohne Weiteres den ersteren den gleichen Ursprung wie den letzteren zuzugestehen, während die zwischen ihnen bestehenden chemischen und petrographischen Differenzen doch von einer Art sind, dass sie wohl zur Prüfung hätten auffordern sollen, ob durch sie nicht etwa auch eine Ungleichartigkeit des Ursprunges angezeigt werden dürfte. Dieser Prüfung hat man sich aber bisher ganz entschlagen, vielmehr durch die unbedingte Identifizirung von Laven mit lavaähnlichen Felsarten nicht wenig Verwirrung in die Charakteristik der vulkanischen Feuerprodukte gebracht. Man wolle des alten Spruches nicht vergessen: *qui bene distinguit, bene docet.***

Fragen wir nach der Zeitperiode, von welcher an Lavaströme sich ergossen oder mit andern Worten Vulkane ihre Thätigkeit auf der Erdoberfläche begonnen haben, so sind die Vulkanisten darüber einverstanden, dass solches erst während der Tertiärzeit erfolgt ist, in-

---

* Man darf nur bedenken, wie anfänglich die Verhältnisse bei Weinböhla und Zscheila [vgl. Münchn. gel. Anzeig. II. S. 121], ferner die des Dolomites u. s. w. zu Gunsten vulkanistischer Ansichten entstellt wurden, bis eine spätere Revision den Thatbestand wieder zurechtsetzte.

** Eben als dieser Theil des Manuskriptes in die Druckerei geschickt werden soll, erhalte ich Girard's „geologische Wanderungen", von denen ich bedaure, dass sie mir nicht eher zu Gesichte gekommen sind, so dass ich jetzt nur mit Zufügung einiger Noten mich begnügen muss. Der Verfasser, obwohl an der pyrogenen Natur der Basalte festhaltend, spricht sich doch gelegentlich seiner Schilderung der Basalte und Vulkane im Vivarais mit aller Entschiedenheit [S. 141—151] gegen die Identifizirung von Basalten und Lavagesteinen aus. Gleich mir bezeichnet er mit dem Namen Lava einzig und allein die Produkte wirklicher Vulkane, die daher sämmtlich aus Kratern oder ähnlichen Ausbruchsöffnungen hervorgestossen wurden, während er den andern Gesteinen, für deren Herkunft man keine Krater nachweisen kann, einen andern Ursprung als den Laven zuerkennt, mögen sie auch mineralogisch gewissen Lavaströmen noch so ähnlich sein. Girard zeigt dann auch ausführlich die Differenzen zwischen beiderlei Gesteinen, mit der Bemerkung: „der Unterschied zwischen dem Auftreten von Basalt und Lavenströmen drängt sich jedem geübten Beobachter sogleich auf." Er rügt daher strenge die unbefugte Verallgemeinerung des Begriffes Lava, weil bei einer solchen „die Trennungen unter allen augitischen Gesteinen verschwinden müssen; Hypersthenit und Melaphyr, Dolerit, Basalt und Lava, Alles wird ineinander verfliessen und dabei unter der Hand auch jede bestimmte Vorstellung von dem, was Vulkane sein sollen, abhanden kommen." — Schon aus diesen wenigen Mittheilungen ist ersichtlich, dass Girard, obwohl vom plutonischen Standpunkt ausgehend, doch dadurch in der rein objektiven Auffassung des Sachverhaltes nicht beirrt worden ist, sondern gleich mir auf strenge Scheidung des Basaltgebirges von den Produkten der Vulkane dringt. Es ist aber schon ungemein viel gewonnen, wenn nur einmal die falsche Identifizirung beiderlei Gesteine beseitigt wird, denn so lange dieser Irrthum nicht abgethan ist, bleibt der Weg, auf welchem man zur richtigen Auffassung der Basaltgenesis zu gelangen hoffen darf, vollkommen gesperrt. Wegen der von Girard dargelegten Differenzen zwischen Basalt und basaltischen Laven — ein überaus folgereicher Unterschied — muss ich auf dessen Schrift verweisen, da zu ihrer Aufnahme hier der Raum nicht mehr gegeben ist.

dem sie überhaupt die ganze Basalt- und Trachytbildung in diesen Zeitraum verlegen. Wie es sich mit dem Alter der letzteren verhält, ist bereits im vorhergehenden Paragraph besprochen worden; hier kann es sich lediglich um Ermittelung der Zeitperiode handeln, mit welcher die Thätigkeit der Vulkane durch Ergiessung von Lavaströmen ihren Anfang nahm, und in dieser Beschränkung können wir der Ansicht der Vulkanisten beipflichten, dass erst innerhalb der Tertiärperiode die Aktivität der Feuerberge begonnen hat.

Welches ist aber die Ursache, welche die Thätigkeit der Vulkane ursprünglich hervorgerufen und seitdem fortwährend erhalten hat? Die Vulkanisten geben hierauf zur Antwort, dass der Grund in dem feurigflüssigen Erdkerne liege, der durch unbekannte Veranlassung theil- und zeitweise aus dem Erdinnern hervorgepresst werde und wenn er in den obern Regionen des Eruptionskanales eines Vulkanes mit Wasser in Berührung komme, dasselbe augenblicklich in Dampf verwandle, durch dessen gewaltige Spannung alsdann dieses Stück des Erdkernes als Lava und Asche aus dem Krater ausgeworfen werde. Der Herd der Vulkane findet sich demnach in unergründlichen Tiefen. Diese Erklärung scheint ungemein einfach und befriedigend, und ist es doch nicht.

Zunächst wird man es schon befremdlich finden, dass der feurigflüssige Erdkern sich während der ganzen Dauer der Gebirgsbildung so ruhig verhalten habe, dass er erst mit Ablauf derselben, d. h. in der Tertiärperiode, zur vulkanischen Aktivität erwachte. Dies muss um so mehr auffallen, als seine Passivität alsdann einen ungeheuern Zeitraum angedauert hat, indem, wie uns versichert wird, die Weltalter nur nach Millionen von Jahren gezählt werden dürfen. Wir wollen indess diesen Punkt nicht weiter urgiren, selbst nicht einmal nach der plötzlich eingetretenen Ursache fragen, welche den glühendflüssigen Erdkern gegen die obern Regionen hervortrieb, weil die Beschaffenheit des Erdinnern für alle Zeiten der Beobachtung verschlossen bleibt und daher nur Hypothesen hierüber gewagt werden können, die man so lange toleriren darf, als sie nicht mit der Erfahrung in Widerspruch treten, wo dann ohnedies jede Mühe, sie zu halten, vergeblich ist. Dies ist aber mit der vulkanistischen Ansicht der Fall, sobald sie in ihrer Verallgemeinerung näher geprüft wird.

Ist nämlich der feuerflüssige Erdkern erst in der Tertiärperiode zur Lavabildung vorgeschritten, so hat jener allerdings sich seiner *materia peccans* durch die offenen Eruptionsschlünde der Vulkane, ohne Störung der bereits in der Gebirgswelt bestehenden Ordnung, entledigen können. Etwas Anderes ist es aber, wenn der in gewaltige Aufregung gekommene Erdkern durch das ganze über ihm aufgeschichtete Felsgebäude hindurchbrechen musste, um in demselben die basaltischen Gänge und Lager, und darüber die basaltischen Kegel, die auf allen Gebirgsarten aufsitzen können, zu formiren. Einen solchen gewaltsamen Durchbruch, der seine Wirkungen bis in die Tertiärgebirge zu erstrecken vermochte, kann man sich aber nicht anders als mit

einer Zerrüttung der durchbrochenen Gesteine in Verbindung denken; diese nothwendige Folge ist jedoch in unzähligen Fällen, wie früher dargethan worden, nicht eingetreten, folglich ist kein Durchbruch erfolgt, folglich sind gedachte basaltische Ablagerungen keine Lavabildungen.

Indess wenn wir die Lavabildung auch nur auf die wirklichen Vulkane beschränken, so kann gleichwohl die Ansicht, welche in jener nur losgerissene Trümmer des feurigflüssigen Erdkernes sieht, keineswegs zu einer befriedigenden Deutung ihrer Erscheinungen verhelfen. Man kann sich erstlich gar keine Vorstellung machen von Kräften, die im Stande sind, Stücke des gluthflüssigen Erdkernes, der gemäss dem Kalkul nach den Einen erst bei 9 Meilen, nach Andern erst bei 30 bis 40 Meilen Tiefe unter der Erdoberfläche zum Vorschein kommt, durch so gewaltige Räume hindurchzuschleudern, und zwar nicht im Bogenwurfe, sondern in gerader Linie. Solche Kräfte mit solchen Wirkungen gehen über alles Maass unseres Vorstellungsvermögens weit hinaus; man kann sie nur als unfasslich anstaunen. Eben so befremdlich ist es, dass die Laven auf ihrem langen Wege von dem Erdinnern aus ihre Hitze in solchem Grade behalten, dass sie noch weissglühend über den Kraterrand hervorbrechen; der ganze bis ins letztere hineinreichende Eruptionskanal muss demnach längs seiner Wandungen ebenfalls in Gluthhitze gebracht worden sein.

Weiter ist darauf aufmerksam zu machen, dass der Erdkern, wenn anders die Laven Musterstücke von ihm sind, von einem überaus dürftigen Inhalte in qualitativer Beziehung erscheint. Wie Sartorius * zeigte, sind es vorzugsweise nur acht Grundstoffe, welche bei vulkanischen Erzeugnissen in Verwendung kommen, nämlich Sauerstoff, Silicium, Aluminium, Eisen, Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium. Obwohl durch die Verbindung von zweien oder mehreren dieser Bestandtheile eine grosse Anzahl von Körpern hervorgehen kann, so sind es doch nur sechs, welche die ungeheure Masse der vulkanischen Kegel, ihre Krater, ihre Lavaströme und ihre Aschenfelder zusammensetzen, nämlich: Feldspath, Augit, Hornblende, Olivin, Leuzit und Magneteisenstein. Die Hauptmasse des Erdkörpers, welche vom feuerflüssigen Erdkerne gebildet wird, wäre demnach von einer Armuth an Bestandtheilen, die höchst befremdlich mit dem Reichthum seiner festen Kruste kontrastiren würde. **

Bei solcher Einfachheit in der Zusammensetzung erscheint es dann aber wieder verwundersam, dass gleichwohl die Laven verschiedener Feuerberge auch eine verschiedene Beschaffenheit zeigen, während man hätte erwarten sollen, dass sie als abgerissene Stücke eines in allen Theilen homogenen Ganzen, wie der feuerflüssige Erdkern ein solches nothwendig darstellen muss, auch durchaus gleichartiger

* Ueber die vulkan. Gesteine in Sizilien und Island. S. 3.

** Was sonst noch als Erzeugniss der Vulkane vorkommt, ist fast durchgängig von den Laven ausgeschlossen und besteht meist in Sublimationsprodukten [ebenda S. 4].

Natur wären. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. So z. B. kommt sowohl in den alten wie in den neuen Lavaströmen des Vesuvs der Leuzit oft in bedeutender Menge vor, während er allen sizilianischen, liparischen und isländischen Gesteinen vollständig fehlt. Der Vesuv und der Krater der Solfatara von Pozzuoli, obwohl ganz nahe beisammen liegend, sind doch in ihren vulkanischen Produkten wesentlich verschieden. Ferner der Stromboli ist in fortwährender Thätigkeit und die glühende Lava wallt beständig in ihm auf und nieder, ohne an die langen Ruhepausen des benachbarten Aetna nur im geringsten gebunden zu sein.

Schon aus den bisherigen Erörterungen wird sich das Resultat ableiten lassen, dass die Annahme, als ob die Lavabildung nichts weiter sei, als ein gewaltsames Hervortreiben abgerissener Massen des feurigflüssigen Erdkerns, mit gewichtigen Thatsachen sich nicht vereinbaren lasse. Dazu kommen nun noch SCHAFHÄUTL's * Beobachtungen, die er am Vesuv zu machen Gelegenheit hatte, aus welchen hervorgeht, dass der Herd der vulkanischen Thätigkeit nicht tief unter dem Fusse des Berges liegen könne, dass letztere demnach nicht in den unergründlichen Tiefen des Erdinnern ihren Ausgangspunkt hat. Diese Beobachtungen mit ihren Folgerungen sind ein so wichtiger Beitrag zur richtigen Beurtheilung der vulkanischen Erscheinungen, dass sie in ernstlichste Erwägung zu ziehen sind. Wenn aber die Lava nicht bereits als fertiges Produkt im Erdinnern sich vorfindet, so muss sie als solches erst durch irgend welche chemische Prozesse erzeugt werden, und von welcher Art diese sein dürften, darüber haben SCHAFHÄUTL, GAY-LUSSAC, DAVY und Andere ihre Meinungen ausgesprochen. Freilich sind dies nur Hypothesen, da der Vorgang der Lavabildung in den unterirdischen Herden der direkten Beobachtung wohl für alle Zeit verschlossen bleibt, und also niemals zu ermitteln sein wird, welche dem wahren Sachverhalt am nächsten kommt. Hier mag es genügen, in Erwähnung gebracht zu haben, dass bewährte Chemiker sich die Möglichkeit der Lavabildung als Ergebniss chemischer Prozesse gedacht haben, wodurch ganz und gar die jetzt gewöhnliche Ansicht ausgeschlossen wird.

Sollte aber weder die eine noch die andere von den bisher vorgelegten chemischen Hypothesen für genügend erachtet werden, so möchte es am Ende am gerathensten sein, sich bezüglich dieses Streitpunktes der Erklärung, welche ELIE DE BEAUMONT ** gegeben hat, anzuschliessen. „Es existirt", sagt derselbe, „durchaus keine Beziehung

* Ueber den gegenwärtigen Zustand des Vesuvs und sein Verhältniss zu den phlegräischen Gefilden [Münchn. gel. Anzeig. 1845. Bd. XX. S. 247]. Diese Abhandlung, welche aus Autopsie eine von der bisherigen in wesentlichen Punkten abweichende Schilderung und Deutung der Verhältnisse des Vesuvs, der Solfatara und ihrer Umgebungen giebt, ist vollständig ignorirt worden; sie berührt freilich vulkanistische Lieblingsmeinungen in sehr missfälliger Weise und nöthigt zu einer Berichtigung von Ansichten, die man bisher für unbezweifelbar hinnahm.

** A. a. O. II. S. 141.

zwischen der Zusammensetzung der Laven und den Gesteinen, welche durchbrochen worden sind, und die Isolirung der Centralvulkane zueinander, so wie die verschiedene Natur der Laven, welche zwar für denselben Vulkan stets dieselbe bleibt, aber für zu gleicher Zeit thätige Vulkane verschieden ist, beweist, dass die letzteren nicht aus einem einzigen innern Reservoir gespeist werden. Wie wäre es möglich, dass ein einziges Reservoir für den Aetna z. B. und für das nahe gelegene Stromboli existirte, und dass in dem Aetna die Lava bis zu 10,000 Fuss über das Meer emporgehoben würde, ohne über den fünfmal niedrigeren Kegel des Stromboli überzufliessen? Man sieht also, dass in dem Innern der Erde noch besondere Verhältnisse obwalten müssen, über deren nähere Anordnung wir ausser Stande sind Rechenschaft zu geben, und da wir die ersten mechanischen Bedingungen der Erscheinungen nicht kennen, so dürfte es durchaus unangemessen erscheinen, sich in weitere Spekulationen über die Entstehung der vulkanischen Kraft" — und, wie ich hinzusetze, der vulkanischen Thätigkeit überhaupt — „im Allgemeinen einzulassen."

§. 8. Sandsteine.

Die Sandsteine sind Gesteine, zusammengesetzt aus Quarzkörnern, die entweder unmittelbar aneinander haften, oder durch ein Bindemittel von verschiedenartiger Beschaffenheit miteinander verkittet sind.

Wir können uns hier bei dieser Gruppe kurz fassen, da sie im nachfolgenden Abschnitte einen Hauptgegenstand der Betrachtung ausmachen wird, und begnügen uns hier mit einigen allgemeinen Bemerkungen.

Den Quarzkörnern mengen sich öfters Glimmerblättchen und Feldspathkörner bei, wodurch sich der Sandstein in petrographischer Beziehung dem Granite annähert; indess sind diese beiden Mineralien in jenem weder nach der Grösse noch nach der krystallinischen Beschaffenheit so vollkommen ausgebildet als bei letzterem. Da der Sandstein überdies die deutlichsten Uebergänge in die granitischen Gebirgsarten, insbesondere durch Grauwacke und Grauwackenschiefer in den Thon- und Glimmerschiefer, zuweilen sogar unmittelbar in Granit, darbietet, und da schon früher nachgewiesen wurde, dass er keineswegs ein Schwemmgebilde, sondern ein ursprüngliches, auf chemischem Wege erzeugtes Gestein ist, so können wir ihn als letztes Glied der granitischen Gebirgsarten betrachten, in welchem die Krystallisationskraft zu ihrem Minimum herabgesunken ist.

Mit den Sandsteinen tritt gewöhnlich auch Thon auf, theils in kleineren eingelagerten Parthien, Thongallen, theils als Bindemittel für die Quarzkörner, theils in eigenthümlichen, den Sandsteinen untergeordneten Schichten, die häufig, insbesondere gegen die Grenzen hin, mit Quarzkörnern gemengt sind. Auch den Thon betrachtet man ge-

wöhnlich als ein Schwemmgebilde, hervorgegangen aus der Verwitterung und Zertrümmerung älterer Gebirgsmassen. Obwohl nicht zu läugnen ist, dass ein Theil des Thones einen solchen Ursprung wirklich hat, so ist doch für den weit grössern Theil desselben, d. h. für den, welcher in den Sandstein- und Kalkgebirgen als regelmässige Einlagerung auftritt, eine solche Entstehungsweise nicht annehmbar, sondern er ist gleich dem Sandsteine als eine ursprüngliche chemische Bildung anzusehen.

Die Thone * sind nämlich Silikate, hauptsächlich Thonerdesilikate, von erdiger Beschaffenheit, in welchen das Verhältniss der Bestandtheile ein wechselndes ist und wobei fast durchgängig die Kieselerde über die Thonerde vorherrscht. Häufig sind sie auch mit Quarzkörnern, Feldspathkörnern und Glimmerblättchen gemengt. N. v. Fuchs, der verschiedene Thone aus dem Flötzkalkstein und Mergel untersuchte, hat in allen diesen auch das Vorkommen von Kali nachgewiesen.

Da in dem Thone die sämmtlichen chemischen Grundbestandtheile vorkommen, welche die, nebst der reinen Kieselerde [dem Quarze], das granitische Urgebirge konstituirenden Silikate enthalten, so hat Fuchs ** mit Recht die Thone wie die Sandsteine als Endglieder der Bildungen der Kieselreihe bezeichnet. Von der vollkommensten Ausbildung derselben, dem Granite, Gneisse und Glimmerschiefer ausgehend, beginnt die Unvollkommenheit schon in dem Thonschiefer, der nichts Anderes als ein Granit mit sehr kleinen und undeutlichen Gemengtheilen ist. In die Uebergangs- und Flötzzeit herein hat sich die Quarzbildung meist nur in kleinen Körnern fortgesetzt, d. h. als Sandsteine. Die Tripelverbindungen von Kieselerde, Thonerde, Kali u. s. w., welche in der Urzeit die verschiedenen Arten von Feldspath und Glimmer hervorbrachten, kamen in die neuere Zeit blos als ein feiner Schlamm herein und bildeten die verschiedenen Sorten von Thon, nur Glimmer hat sich darin noch öfters in kleinen Schuppen kenntlich ausgebildet, während sich der Feldspath in eine zerreibliche Masse verlor. Quarzsand, Sandstein und Thon kommen in der Regel miteinander gemengt vor, und stehen oft in einem solchen Verhältnisse zu einander, dass man wohl berechtigt ist, die Meinung auszusprechen, dass, wenn die Umstände zu ihrer Ausbildung günstiger gewesen wären, sie höchst wahrscheinlich den schönsten Granit hervorgebracht haben würden. Man kann daher, wie Fuchs hinzufügt, mit Grund sagen, „dass dieses Gemenge der Repräsentant des Granits in der neuern Zeit sei; was um so weniger bezweifelt werden kann, da es bisweilen wirklich in ausgezeichneten Granit übergeht.“

Nach der Reihenfolge, wie sich die verschiedenen Sandstein-For-

---

* Thon und Thonerde sind ja nicht zu verwechseln. Letztere besteht aus Aluminium [dem elementären Grundstoff der Thonerde] und aus Sauerstoff; im Mineralreiche findet sie sich als Saphir, Rubin, Korund. Der Thon dagegen ist eine chemische Verbindung von Kieselerde und Thonerde, also ein Silikat.

** Ueber die Theorien der Erde. S. 11.

mationen von unten nach oben folgen, unterscheidet man sie als Grauwacke und Uebergangssandstein, rothen Sandstein, bunten Sandstein, Keupersandstein, Liassandstein, Grünsandstein und tertiäre Sandsteine, deren Beschreibung dem nächstfolgenden Abschnitt vorbehalten ist, indem durch die Reihen-, d. h. Altersfolge diese Bildungen in der Regel schärfer als durch die petrographische Verschiedenheit, obwohl auch diese hinzukommt, voneinander unterschieden werden.

Hinsichtlich der Entstehungsweise der Sandsteine besteht zwischen der neptunistischen und vulkanistischen Schule insofern kein Streit, als beide dieselbe auf dem nassen Wege vor sich gehen lassen; die wohlerhaltenen Versteinerungen, welche alle Sandstein-Formationen aufzuweisen haben, lassen über diesen Punkt auch gar keinen Zweifel aufkommen. Dagegen hat sich nach einer andern Richtung hin eine Streitfrage erhoben, in welcher ein grosser Theil der Neptunisten sich auf die Seite der Vulkanisten geschlagen hat; dies ist die Frage, ob die Sandsteine primärer oder sekundärer Entstehung, oder mit anderen Worten, ob sie ursprüngliche chemische Bildungen, oder aus der Zerstörung anderer Gebirgsarten hervorgegangene Schwemmgebilde sind. Schon früher ist nachgewiesen worden, dass die Sandsteine als ursprüngliche Gebirgsarten von chemisch-krystallinischer Entstehungsweise anzusehen sind.

B. Kalkreihe.

Nächst der Kieselreihe hat die Kalkreihe den hauptsächlichsten Antheil an der Zusammensetzung der Erdveste, nur mit dem Unterschiede, dass, während jene in den Urgebirgen weit überwiegend ist, diese dagegen in letzteren eine sehr untergeordnete Rolle spielt und erst in den Flötzgebirgen das Uebergewicht über die Kieselreihe erlangt. Mit dieser theilt aber die Kalkreihe die Eigenschaft, dass sie in ihrer vollkommensten krystallinischen Ausbildung nur im Urgebirge auftritt.

Die Kalkerde, aus Calcium und Sauerstoff bestehend, kommt nicht, wie es bei der Kieselerde der Fall ist, als Mineralspezies in der Natur vor, sondern nur in Verbindung mit andern Stoffen. Für die Geognosie haben lediglich drei solcher chemischen Verbindungen eine Wichtigkeit, nämlich die Verbindung der Kalkerde mit Kohlensäure zu Kalkstein, ferner die Verbindung jener mit Schwefelsäure zu Gips, und endlich die Verbindung der kohlensauren Kalkerde mit kohlensaurer Bittererde zu Dolomit.

1. Der Kalkstein.

Der Kalkstein ist eine chemische Verbindung von 56,3 Kalkerde und 43,7 Kohlensäure. Nach seinem Gefüge unterscheidet man 1) den Kalkspath, wenn er in Krystallen oder doch in grossblätterigen Massen auftritt; 2) den körnigen Kalkstein, der am schönsten als

weisser oder salinischer Marmor im Urgebirge sich einstellt; 3) den stengligen und faserigen Kalkstein; 4) den dichten Kalkstein, welcher die Hauptmasse der Kalkgebirge ausmacht, und wenn er eine ziemliche Festigkeit, schöne Färbung und Politurfähigkeit erlangt, als Marmor bezeichnet wird; 5) die Kreide, von feinerdiger, mehr oder minder zerreiblicher Beschaffenheit.

Die Kalksteine sind selten ganz rein, sondern meist durch andere Beimengungen verunreinigt. Am gewöhnlichsten sind sie mit Thon gemengt, und solche thonhaltige Kalksteine nennt man Mergel. Obwohl die meisten dichten Kalksteine durch Thon verunreinigt sind, so bezeichnet man doch nur diejenigen als Mergel, bei welchen der Thongehalt nicht unter 10 Prozent herabsinkt; dagegen kann er bis über 50 Prozent steigen, und diese Veränderlichkeit in den Proportionen giebt zu erkennen, dass wir es beim Mergel nicht mit einer bestimmten chemischen Verbindung, sondern mit einem unbestimmten Gemische zu thun haben.

Ausser dem Mergel kommt aber auch im Kalkgebirge, wie bei den Sandsteinen, der Thon in besondern Ausscheidungen vor und wechselt häufig in regelmässigen Lagern mit den Schichten des Kalksteines ab.

Was die Strukturverhältnisse im Grossen anbelangt, so zeigen die Kalksteingebirge theils eine massige Zusammensetzung, theils plattenförmige Absonderung, theils die vollkommenste Schichtung. Dabei sind die Schichten gewöhnlich ebenflächig, zum Theil aber auch höchst sonderbar gewunden und gefaltet, was selbst noch bei den Süsswasserkalken öfters der Fall ist und als ursprüngliches Strukturverhältniss betrachtet werden muss. *

Alle Kalksteine, mit Ausnahme der im Urgebirge auftretenden, enthalten Ueberreste organischer Wesen, und zwar sind sie die Hauptfundstätte derselben. Es hat daher noch Niemand bezweifelt, dass diese petrefaktenführenden Kalksteine ausschliesslich neptunische Bildungen sind. Gleiche Uebereinstimmung findet aber unter den Geologen hinsichtlich der Genesis des Urkalkes nicht statt, denn da dieser keine Versteinerungen enthält, so hat der grösste Theil der Vulkanisten kein Bedenken getragen, ihn für ein pyrochemisches Gebilde zu erklären. Dass eine solche Ansicht jedoch mit den Gesetzen der Chemie unvereinbar ist, ist schon früher im Allgemeinen dargethan worden und wird bei der Beschreibung des Urkalks in besondere Erörterung kommen. Das ganze Kalkgebirge ist ein neptunisches und ursprüngliches Erzeugniss. **

---

* Ein auffallendes Beispiel von solchen Biegungen des Bergkalkes stellt Fig. 28 vor. In den bayerischen und schweizerischen Kalkalpen sind sehr häufig solche Fälle zu beobachten. Eines der augenfälligsten Beispiele liefert am Vierwaldstätter See der Axenberg, dessen sonderbar gebogene Schichten auch die Aufmerksamkeit der Touristen erregen, wenn sie auf dem Dampfschiffe von Fluelen aus an der Tellskapelle vorüberfahren.

** Von der Beobachtung ausgehend, dass noch jetzt durch kohlensaure Gewässer

Nach der Reihenfolge der Ueberlagerung unterscheiden wir Urkalk, Uebergangskalk, Flötzkalk und Tertiärkalk; die ganze Reihe schliesst Tropfstein und Kalksinter, die sich noch fortwährend als sekundäre Gebilde formiren.

2. Der Dolomit.

Der Dolomit ist gewöhnlich weiss, was ins Gelblich- oder Rauchgraue und Braune übergeht, kommt blos derb vor, ist in der Regel feinkörnig, was mitunter ins Dichte verläuft, auf dem Bruche schimmernd von Perlmutterglanz, sehr häufig von kleinen Höhlungen zellig durchzogen, halbhart und spröde.

Er besteht aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Bittererde, die jedoch nicht immer in einem bestimmten, sondern häufig mehr oder minder veränderlichen Verhältnisse zueinander stehen. Gewöhnlich finden sich 51 Prozent kohlensaure Kalkerde mit 46 P. kohlensaurer Bittererde [Talkerde] in Verbindung, jedoch geht letztere bisweilen bis unter 25 Prozent herunter, so dass zuletzt ein Uebergang in dolomitischen Kalkstein erfolgt. Vom Kalkstein unterscheidet sich der Dolomit durch sein meist feinkörniges, zellig ausgehöhltes Gefüge, grössere Härte und Schwere, und dass er in Salzsäure nur als Pulver unter merklichem Aufbrausen löslich ist.

Der Dolomit ist eigentlich nur die derbe Varietät des Bitterspaths, und bildet als solche Lager oder weit gewöhnlicher ganze Gebirgsmassen. Er ist vom Urgebirge an bis hinein ins Tertiärgebirge verbreitet; im ersteren, gleich dem Urkalke, nur spärlich, aber in seiner vollkommensten Ausbildung; seine grösste Mächtigkeit erreicht er jedoch erst im Flötzgebirge. Nach seinem Gefüge unterscheidet man körnigen Dolomit, dichten Dolomit und sogenannte Asche, die von erdiger oder staubartiger Beschaffenheit ist; auch als Dolomitkonglomerat kommt er vor. Wenn er mit viel Thon gemengt ist, wird er zu Dolomitmergel, und wenn er von stinkendem Erdharz durchdrungen ist, führt er den Namen Stinkdolomit. Der im Zechsteingebirge vorkommende wird vom Bergmann als Rauchwacke bezeichnet.

---

aus Kalklagern oder kalkhaltigen Silikatgesteinen Kalk extrahirt und abgelagert wird, hat man in neuerer Zeit die Meinung aufgestellt, dass das ganze Kalkgebirge vom Uebergangskalke an bis zu den tertiären und den neuesten Kalksinterbildungen ein auf ähnlichem Wege entstandenes sekundäres Erzeugniss wäre. Kann man auch die Möglichkeit einer solchen Bildungsweise nicht geradezu bestreiten, so ist damit doch ihre Wirklichkeit noch nicht erwiesen. Man müsste alsdann aber zu dieser Umbildung wieder Millionen von Jahren statuiren und doch die ganze jetzige Kalkmasse der Erde als primitiv betrachten, weil auch die kalkhaltigen Silikatgesteine zu ihrer Bildung den Kalk bereits vorfinden müssen; es würde also abermals auf ungeheuren Umwegen nichts weiter erreicht, als was ursprünglich bereits gegeben war. Diese Hypothese erscheint mir demnach als völlig überflüssig. — Weil in manchen der neuesten geologischen Lehrbücher noch immer der Irrthum fortspukt, als sei ein grosser Theil des Kalksteines ein erhärteter Schlamm, so sei wiederholt in Erinnerung gebracht, dass das ganze Kalkgebirge ein chemisch-krystallinisches Erzeugniss ist.

Schichtung ist bei dem Dolomite öfters sehr ausgezeichnet vorhanden; häufiger aber ist er von massiger Struktur oder die Absonderung bildet wenigstens mächtige Bänke. Dabei ist er meist in senkrechter Richtung vielfach zerklüftet, wodurch er pfeilerartige oder andere grotesk gestaltete Felsmassen bildet, die schon aus weiter Ferne ihn kenntlich machen. Häufig sind in ihm Höhlen, oft von beträchtlichem Umfange, vorhanden. An Versteinerungen ist er theils frei, theils stellen sie sich mehr oder minder häufig ein, mitunter in wahrer Ueberfülle. Wie häufig bei körnigen Gesteinen sind auch im Dolomite gewöhnlich die Schalen zerstört und also blos Steinkerne zurückgeblieben, zuweilen aber sind auch die Schalen im besten Zustande erhalten.

Lange Zeit kannte man den Dolomit nur aus seinem Vorkommen im Urgebirge; in den Flötzgebirgen wurde er gewöhnlich mit dem Kalksteine konfundirt. Im fränkisch-pfälzischen Juragebirge unterschied ihn zwar v. Voith *, und benannte ihn als blätterig-körnigen Muschelmarmor, ein Name, den er ihm nach seiner Struktur und seinem Reichthume an Versteinerungen gab; die chemische Natur dieses Gesteines war ihm jedoch unbekannt geblieben. Diese wurde zuerst und zwar bereits im Jahre 1811 durch Fuchs und Gehlen ** nachgewiesen, indem sie auf das Auftreten des Dolomits als Gebirgsart in den bayerischen Alpen und im fränkisch-pfälzischen Juragebirge aufmerksam machten.

Wenn gleich der Dolomit durch die pitoresken Felsenparthien, mit denen er häufig in der Gebirgswelt auftritt, vor vielen andern Gesteinen die Aufmerksamkeit auf sich zieht, so ist er doch zu einer noch ungleich grösseren Celebrität durch die über seine Entstehung aufgestellte Theorie der Dolomitisation gelangt. Diese Ansicht ist von L. v. Buch ausgegangen, der auf sie zuerst nach den in Tyrol von ihm gefundenen Verhältnissen verfiel und der ihr dann für die Entstehung der Gebirge überhaupt eine Bedeutung beilegte, die keinen geringen Ausschlag zur allgemeinen Anerkennung der Theorie des Vulkanismus gab. Wir haben daher hier diese Ansicht von der Dolomitbildung ausführlich zu besprechen und einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Die Dolomitbildung.

Tyrol ist der Schlüssel zur geognostischen Kenntniss der Alpen. So äusserte sich der berühmte Geolog L. von Buch ***, als er seine im Fassa- und Fleimsthale angestellten Beobachtungen zur öffentlichen Kunde brachte. Dort sei es, wo man über die Lagerungsverhältnisse

* V. Moll's Annal. der Berg- und Hüttenk. VIII. [Ephemeriden d. Berg- und Hüttenk. V. 1809].

** Vierter Bericht über die Arbeiten der mathemat. physikal. Klasse der k. bayer. Akadem. d. Wissensch. 1811. S. 222 [vgl. auch Münchn. gel. Anzeig. XXIII. S. 730].

*** Abh. der Akadem. der Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1822 und 1823, Leonhard's mineralog. Taschenb. für 1824, 2. Abth.

und Entstehungsweise der Gebirgsformationen der Alpen einen klaren und unzweideutigen Aufschluss erlange. Dort könne man es augenfällig nachweisen, wie der Augitporphyr es eigentlich sei, der im feurigen Flusse den Tiefen der Erde entstiegen, die Bildung der kolossalen Dolomitfelsen veranlasst habe. Auf die Schichten der dunkelgefärbten dichten Kalksteine einwirkend, habe er bei seinem Aufsteigen sie entfärbt, Versteinerungen und Schichtung vernichtet, mit Talkerde die Masse durchdrungen, sie dadurch zu körnigem Dolomit umgeändert und endlich sie als senkrecht zerspaltene Kolosse über die Thäler in die Höhe gestossen. Wie aber in Tyrol die Dolomitbildung vor sich gegangen, so dürfe man Aehnliches für sie in andern Gegenden erwarten.

Je unerwarteter den Geognosten diese neue Theorie von der Dolomitbildung war, um desto mehr erregte sie Verwunderung und bei dem grössern Theile, der blindlings der Leitung einer accreditirten Autorität zu folgen gewohnt ist, auch Bewunderung. Meines Theils musste ich mir mit Goethe an der Verwunderung genügen lassen. Wenige Jahre nämlich nach der Publikation von L. v. Buch's Arbeiten hatte ich umfassende Untersuchungen über das bayerische Juragebirge vorgenommen, in welchem ich den Dolomit als gewaltige Gebirgsmasse vom Main bis zur Donau ausgebreitet fand. Die Erfahrungen, die ich hier und später am Zechstein-Dolomit des Spessarts machte, waren aber von einer Art, dass sie die Buch'sche Hypothese von der Dolomitbildung als geognostisch wie chemisch gleich unhaltbar nachwiesen, als völlig unverträglich mit einer wissenschaftlichen Betrachtung der Genesis der Gebirgswelt. Seit dem Jahre 1831 publizirte ich in der Isis *, den bayerischen Annalen ** und den Münchner gelehrten Anzeigen *** meine Erfahrungen über diesen Gegenstand, fand aber damit kein Gehör. Theils mochte es Unbekanntschaft mit den genannten Zeitschriften sein, theils aber war es Furcht vor der gewaltigen Autorität L. v. Buch's, der fortwährend mit unerschüttertem Gleichmuthe das in allen Fugen auseinander weichende Gebäude seiner kühn hingestellten Hypothese zu halten sich bemühte. †

Die Widersprüche dieser Theorie mit der Natur waren indess zu augenfällig, zu schreiend, als dass denn doch nicht auch von andern Seiten her, anfangs schüchterner, allmählig bestimmter, Stimmen gegen sie sich hätten in der neuesten Zeit vernehmen lassen. Schon Zeuschner †† hatte noch vor meinen Einsprüchen der seltsamen Hypothese einen gewaltigen Stoss gegeben, indem er nachwies, dass ein Theil der Beobachtungen, auf welchen sie fusste, nicht im völligen Einklange mit dem Thatbestande im Fassathale stehe. Von eben

* Jahrg. 1831, S. 451.
** Jahrg. 1833, S. 146.
*** Band II. (1836), S. 525 und IX. S. 745.
† Ueber den Jura in Deutschland. Berl. 1839.
†† Leonhard's Zeitschrift f. Mineralog. 1829, S. 409.

diesem Punkte aus, auf welchen BUCH seine Hypothese von der Dolomitisirung des Kalksteins gebaut hatte, erhoben sich nun in neuester Zeit mehrere Einreden: zuerst in versteckter Weise von FR. HOFFMANN*, dann in offener von WISSMANN und bald darauf von PETZHOLDT** und W. FUCHS.*** Es scheint daher hinsichtlich dieses Hauptpunktes in der Geologie die „allgemeine Uebereinstimmung der Forscher", welche den Gegnern als Popanz vorgehalten wurde, im Bruche begriffen zu sein, und in Hoffnung besseren Erfolges als früherhin will ich die ganze Angelegenheit nochmals in der Kürze zu Sprache bringen. Ich werde die Unhaltbarkeit der BUCH'schen Theorie von der Dolomitbildung zuerst von der geognostischen, dann von der chemischen Seite darlegen.

I. L. VON BUCH baut seine Ansicht von der Umwandlung des gemeinen Kalksteins in Dolomit auf 4 Hauptpunkte: nämlich auf den Mangel der Schichtung, auf den Mangel der Versteinerungen, und auf eigenthümliche Lagerungs- und Gesteinsverhältnisse des Dolomits. Diese vier Punkte sind demnach zunächst zu erörtern.

a) Schichtungsverhältnisse. Es ist allerdings richtig, dass in der Regel dem fränkischen Juradolomit die geregelte Schichtung abgeht und an ihrer Stelle nur eine grossmassige, meist irreguläre Absonderung sich einstellt. Wenn diese aber in bestimmter Regelmässigkeit auftritt, so geht sie bereits in Schichtung über; ein solches Beispiel liefern die gewaltigen, horizontal über einander gethürmten Dolomitbänke, welche die klaussteiner Kapelle und das Schloss Rabenstein im muggendorfer Bezirke tragen. Ganz deutlich geschichtet zeigt sich eine Felsenparthie auf der Höhe des streitberger Berges, wo Tafeln von geringer Mächtigkeit herausgesprengt werden.

Während jedoch im fränkischen Juragebirge die regelmässige Absonderung des Dolomits nur als Seltenheit vorkommt, zeigt sie sich dagegen im Dolomit der Zechsteinformation des Spessarts als Regel. Die Rauchwacke, welche durchgängig dolomitisch ist, macht das Hauptglied derselben aus, und horizontale Schichtung zeigt sich bei ihr in der allervollkommensten Weise. † Ebenso deutlich als dieser Zechstein-Dolomit ist nach v. ALBERTI's Angaben der Dolomit des Muschelkalks geschichtet. Nicht minder giebt er den Dolomit über der Lettenkohle der Keuperformation als geschichtet an.

Das Resultat ist, dass der Dolomit sowohl geschichtet als in massiger Absonderung vorkommt, dass also weder die eine, noch die andere von diesen beiden Eigenschaften ihm abgeht.

b) Verhalten in Bezug auf Versteinerungen. Nach L. v. BUCH's Behauptung schliesst der Dolomit in Franken ebenso wenig

---

* Gesch. d. Geognos. S. 146.

** Beiträge z. Geognosie von Tyrol. Leipz. 1843.

*** Die venetianer Alpen. Soloth. 1844.

† Vgl. meine „Beiträge zur Kenntniss der Zechsteinformation des Spessarts" in den Münchn. gel. Anzeig. XIII. (1841), S. 270.

Versteinerungen ein als der im Fassathale. So z. B. sagt er vom Dolomit des Staffelberges am Maine: er ist „ohne Spur von Versteinerungen“; vom Dolomit von Muggendorf: „immer bleibt die Masse versteinerungsleer“ *; vom Dolomit des Fassathales: „nie ist ihm irgend ein anderes Fossil beigemengt, am wenigsten irgend eine Versteinerung.“

Gegen diese Behauptungen sind folgende Einreden vorzubringen. Der fränkische Jura-Dolomit ist nicht versteinerungsleer. Schon am Staffelberge ist er es nicht, und in der Umgegend von Muggendorf habe ich Lokalitäten bezeichnet, an denen es von Versteinerungen wimmelt. Vom amberger Dolomit hatte dasselbe v. Voith schon im Jahre 1809 angegeben, und ihn seines Reichthums an Petrefakten wegen körnigen Muschel-Kalkstein genannt. Vom Dolomit des Fassathales hat Zeuschner gezeigt, dass er mit einer „ungeheuren Menge“ von Petrefakten durchwachsen ist. Der Dolomit des Muschelkalks in Würtemberg ist, wie uns Alberti belehrt, ebenfalls ziemlich reich daran, und der Dolomit über der Lettenkohle besteht in einzelnen Schichten „beinahe ausschliesslich aus Versteinerungen.“ Auch in Franken hat der Keuper-Dolomit stellenweise, so z. B. bei Schwebheim unweit Schweinfurt, eine Menge Petrefakten, selbst wohlerhaltene Saurier-Knochen, aufzuweisen. Im Karpathen-Dolomit hat sie Zeuschner aufgefunden, selbst der Zechstein-Dolomit des Spessarts, der am ärmsten hieran ist, entbehrt ihrer doch nicht ganz und gar.

Als Resultat ergiebt es sich, dass im Dolomit Versteinerungen ebenso gut vorkommen als fehlen können.

Es lautet daher sonderbar, wenn L. von Buch in einer späteren Arbeit (über den Jura in Deutschland) sagt: „die Versteinerungen des Kalksteins verschwinden, wie bekannt ist, im Dolomit.“ Nachdem Voith, Zeuschner, Alberti und ich bereits auf das häufige Vorkommen von Petrefakten im Dolomit aufmerksam gemacht hatten, nachdem ferner der Verfasser des Verzeichnisses der in der Kreissammlung zu Bayreuth aufbewahrten Versteinerungen angegeben hatte, dass der Jura-Dolomit „grösstentheils die nämlichen Versteinerungen enthält, wie der dichte Jurakalk“, klingt es höchst seltsam, wenn hinterdrein von einem Verschwinden der Petrefakten im Dolomit als von einer bekannten Thatsache die Rede ist. Indess v. Buch will jetzt eigentlich auch dieses Vorkommen nicht mehr im Ernste leugnen, indem er unmittelbar darauf hinzusetzt: „die Schalen, wenn sie im Kalkstein sich erhalten haben, lösen sich auf und es bleibt nur der Raum, den sie eingenommen hatten, und der gewöhnlich sehr rauhe Abdruck dieser Schale auf der Gebirgsart. Ist aber auch im Kalkstein nur ein Kern übrig geblieben, so ist dieser im Dolomit völlig verschwunden.“ — Es ist richtig, dass im Dolomit sich selten Schalen erhalten haben, und dass

* Nur an der gailenreuther Höhle glaubte v. Buch viele Punkte gesehen zu haben, die durch die Loupe der Form von Ammoniten oder Turbiniten ganz ähnlich waren.

ihre Stelle häufig durch einen hohlen Raum bezeichnet wird, was von der Eigenthümlichkeit des Gesteines herrühren mag; blose Steinkerne kommen jedoch auch in Menge im dichten Kalksteine vor. Dagegen ist es nicht richtig, dass, wenn im Kalksteine nur ein Kern geblieben, dieser im Dolomit völlig verschwunden sei. Ich habe z. B. im Dolomit des Staffelbergs einen *Ammonites planulatus* als Steinkern gefunden; gleichwohl erinnere ich mich nicht, dass mir unter den Tausenden von Planulaten, die ich aus unserem Jurakalke gesehen habe, auch nur ein einziges Exemplar mit Schale vorgekommen wäre.

c) Lagerungsverhältnisse. Nach L. v. Buch's Angaben „liegt durch die ganze Länge des Fassathales hin der Augitporphyr stets unmittelbar unter dem Dolomit und scheidet ihn von den tiefer liegenden Schichten, und Dolomit kommt hier nirgends vor, wo ihn nicht der Augitporphyr begleitet." Dagegen hat bereits Zeuschner gezeigt, dass diese Behauptung in ihrer Allgemeinheit keineswegs gültig ist. Er hat nämlich nachgewiesen, dass die ungeheuren Wände des Schlern unten aus Kalkstein und oben aus Dolomit bestehen, ohne dass letzterer auf Augitporphyr aufruht. Ebenso hat er an andern Punkten Dolomit auf Kalkstein gelagert gefunden, ohne dass der schwarze Porphyr beide getrennt hatte. Obschon Zeuschner zugesteht, dass es allerdings Stellen giebt, wo der Dolomit sich auf dem Augitporphyr verbreitet, so stellt er doch, indem er einen Blick auf das ganze Gebirge wirft, das Resultat auf, dass im Allgemeinen der Dolomit in diesem Theile der Alpen auf den Kalkstein oder Sandstein gelagert sei und dass er gerade da am mächtigsten auftrete, wo gar kein Augitporphyr gefunden werde. Zeuschner's Angaben sind sämmtlich von den nachfolgenden Beobachtern bekräftigt worden.

Im fränkischen Juragebirge, in welchem der Dolomit den Haupttheil ausmacht, ruht dieser zunächst auf dem dichten weissen Jurakalksteine *, unter welchem der Griessandstein [Liassandstein], dann die Liaskalkformation und der Keupersandstein liegt. Im nördlichen Theile des Jurazuges wird der Dolomit von keiner andern Felsart überlagert, südlich aber legen sich auf ihn der Korallenkalk oder die lithographischen Schiefer oder die Grünsandstein-Formation. Wo er von einem der beiden letztgenannten Gesteine bedeckt ist, liegt demnach der Dolomit zwischen zwei, höchst regelmässig geschichteten Gebirgsarten mitten inne, und ruht überhaupt auf lauter horizontal geschichteten Felsarten. Augit fehlt bei uns völlig; nicht eine Spur ist davon vorhanden.

Auch den Zechsteindolomit des Spessarts habe ich nirgends mit Augit in Berührung finden können, obschon dort bei Kahl der Bergbau genug Gelegenheit gegeben hätte, denselben zu entdecken, wenn

* Buch's Angabe, dass auf der ganzen östlichen Seite des fränkischen Juragebirges der Dolomit ohne Kalkstein unmittelbar auf dem braunen Sandsteine liege, ist wenigstens in ihrer Allgemeinheit durchaus unrichtig, indem ich nicht einen einzigen Fall dieser Art beobachtet habe.

er anders vorhanden wäre. Die Unterlage der Zechsteinformation daselbst ist das Weissliegende, unter dem Gneiss oder Glimmerschiefer zum Vorscheine kommt. Zwar stellen sich im Hangenden des Zechsteins, nämlich im bunten Sandsteine, einige Basaltparthien im Spessart und den angrenzenden Bezirken ein, aber diese sind so unbedeutend und von dem Dolomit so weit abliegend, dass sie auf ihn durchaus keine Einwirkung geäussert haben können.

Ebenso wenig ersieht man aus Alberti's Angaben, dass die Dolomite des schwäbischen Muschelkalkes und Keupersandsteines im Gefolge von Augitporphyren auftreten; ich habe diese ebenso wenig im fränkischen Keuper ausfindig machen können. Tantscher *, der, nachdem ich die falschen Angaben über den muggendorfer Dolomit längst berichtigt hatte, sie sämmtlich nochmals frischweg auftischt und eifrigst für die plutonische Bildung dieses Gesteines kämpft, muss doch wider Willen ein gegentheiliges Zeugniss ablegen. Indem er nämlich von den schwarzburger Dolomitfelsen des Zechsteins erwähnt, dass sie häufig durch den Bergbau in grösserer Teufe unterfahren seien, fügt er hinzu: „wenn auch in ihrer Nähe öfters bedeutende Klüfte oder Gänge aufsetzen, welche zu einer Umänderung des Kalksteins in Dolomit Veranlassung gegeben haben könnten, so bin ich es doch der Wahrheit schuldig zu sagen, dass die untere Abtheilung des Flötzkalkgebirges oft auch nicht die geringste Spur einer Veränderung an sich trägt. Von wo ist also die Umänderungsursache ausgegangen?“

d) Gesteinsbeschaffenheit. Der Dolomit des Juragebirges zeichnet sich gleich dem des Fassathales durch seine merkwürdigen schroffen, thurmartig aufsteigenden Felsenparthien, sowie durch seine vielen kleinen Blasenräume und mehr oder minder ausgedehnte Grotten aus, sodass das Gestein durch diese sonderbaren Zerklüftungen ein auffallendes fremdartiges Ansehen erhält und man deshalb sich's wohl erklären kann, wie eine feurige Phantasie selbiges auf Rechnung feuriger Gewalten bringen konnte. „In der That“, sagt v. Buch, „sind diese Klüfte den Zerberstungen vollkommen ähnlich, wie man sie an Kalksteinen in ausgebrannten Kalköfen sieht, und wenn man von la Cortina ins Pusterthal herüber geht, wo auf dem Passe fast 2 Meilen lang die Dolomitfelsen senkrecht umherstehen, und Blöcke wie Berge unten zerspalten und aufgehäuft liegen, so möchte man gern glauben, in den ungeheuern Herd eines solchen Ofens versetzt zu sein.“

Aber nicht allenthalben tritt der Dolomit in solchen grotesken Formen wie in Franken und dem Fassathale auf. Schon im Spessart zeigt er wenig hievon und die Keuperdolomite bieten nichts Besonderes dar. Nur die kleinen Blasenräume sind fast immer in Menge vorhanden und zeugen für eine reichliche Luftdurchströmung.

Von den Gesteins- und Lagerungsverhältnissen der fränkischen Dolomite entwirft v. Buch eine Beschreibung, die der von mir früher bekannt gemachten schnurstracks widerspricht und wenn sie gegründet

* Karsten's Arch. f. Mineralog. 1835. S. 488.

wäre, allerdings zu Gunsten seiner Ansicht zeugen dürfte. „Als ich im Jahre 1836“, sagt er, „mit dem ersten unserer Geognosten, Herrn Elie de Beaumont, die fränkischen Juragebirge durchreiste, war dieser treffliche Beobachter sehr überrascht über die Art, wie er den Kalkstein gelagert fand, welcher in den Thälern der Wiesent und Pegnitz unter dem Dolomit hervortritt. Im ganzen Thale hinunter neigen sich die Schichten des Kalksteins bald abwärts, bald in entgegengesetzter Richtung und in schneller Absetzung; ein fortdauernder Wechsel, der gar nicht auf ein für das ganze Gebirge geltendes Schichtungsgesetz zurückgeführt werden kann. Der darauf liegende Dolomit, wenn auch selbst nicht geschichtet, folgt doch allen Bewegungen des darunter liegenden Kalksteines. Da meint Beaumont, es sei doch auch hier gar deutlich, wie das ganze Gebirge in seiner Ausdehnung erschüttert und zersprengt worden sein müsse, wodurch die Schichten in die mannigfaltigsten Lagen gebracht worden sind, welche jedoch der Natur der Wirkung gemäss sich nur auf kleine Räume ausdehnen können. Es setzen diese Bewegungen eine Art von allgemeinem innern Sieden und Aufblähen voraus, wie sie bei einer Dolomitisirung wohl gedacht werden muss.“

Diese Stelle ist ein merkwürdiger Beleg, wie wenig die klarsten Thatsachen helfen, wenn man einmal in vorgefassten Meinungen befangen ist, und ich kann Beaumont's Ausspruch, wenn er anders ernstlich gemeint war, nur damit entschuldigen, dass bei grosser Eile es ihm nicht möglich wurde ein genaueres Studium vorzunehmen. Unser ganzes Juragebirge vom Main bis zur Donau zeigt für die sämmtlichen Unterlagen des Dolomits, nämlich für den dichten Jurakalkstein, den gelben Griessandstein, den dunklen Liasschiefer und den Keupersandstein, die regelmässigste söhlige Schichtung. Dies geben nicht nur Hunderte, sondern Tausende von Steinbrüchen und sonstigen offenen Stellen aufs unzweideutigste und entschiedenste zu erkennen. Die söhlige Ablagerung ist ein für das ganze Gebirge — soweit es aus den eben genannten Formationen besteht, und denen im südlichsten Theile noch der lithographische Schiefer und Grünsandstein zugefügt werden kann — geltendes Schichtungsgesetz. Dass es gleichwohl einzelne Senkungen und Verstürzungen giebt, versteht sich von selbst; sie kommen aus leicht begreiflichen Gründen in jeder Gebirgsart vor, sie mag geschichtet oder massig, dem Meere oder Süsswasser angehörig sein. Dass solche Senkungen an Thalwänden, deren Felsenparthien mit einer oder mehreren Seiten frei hervorragen und deshalb hier von einer anstossenden Gebirgsmasse nicht mehr in Spannung erhalten werden, am ersten sich einstellen, leuchtet ebenfalls von selbst ein. Dies Alles sind einzelne Ausnahmen, die das für das ganze Gebirge geltende Schichtungsgesetz nicht aufheben können. Ein allgemeines Sieden, Aufblähen und Zersprengen des Gebirges mag sich zwar in der Phantasie recht gut vorstellen lassen, mag auch in andern Fällen, um dies zuzugeben, hier und da sich ereignet haben, ist aber wenigstens nicht im fränkischen Juragebirge erfolgt.

II. Nach dieser Wiederzurechtsetzung der geognostischen Verhältnisse, unter welchen der Dolomit auftritt, können wir jetzt um so sicherer an die Prüfung der Buch'schen Hypothese von der Umwandlung des dichten Kalksteins in Dolomit übergehen.

L. v. Buch war zur Erklärung des Bittererdegehalts im Dolomit von der Voraussetzung ausgegangen, dass, da der Kalkstein eine solche nicht enthalte, sie anderwärts und zwar im Augit gesucht werden müsse. Dieser sei im feurigen Flusse aufgestiegen, habe die Schichtung und die Versteinerungen des Kalksteins vernichtet, mit Bittererde-Dämpfen die Masse durchdrungen, dadurch sie in Dolomit verwandelt und zuletzt in die Höhe gehoben, zerspalten und zerborsten. „Wie könnten", ruft er aus, „solche Formen auch anders als durch so gewaltsame Mittel aus den Händen der Natur kommen." — Und doch sind sie sicherlich durch andere Mittel aus den Händen der Natur gekommen, wie jetzt erwiesen werden soll.

a) Zuvörderst ist zu bemerken, dass nach der Buch'schen Hypothese Dolomit unmittelbar dem Augitporphyr aufliegen muss, da natürlich die zunächst über den letzteren liegenden Kalksteinschichten am wenigsten der Dolomitisirung sich entziehen konnten. Nun aber haben Zeuschner und Andere, wie bereits erwähnt, dargethan, dass selbst im Fassathale das Liegende des Dolomits in der Regel Kalkstein und Sandstein, weit seltener der Augitporphyr sei. * Da stellt es sich denn bei Prüfung der Buch'schen Hypothese als erste Sonderbarkeit ein, dass in allen Fällen, wo jetzt Dolomit durch mächtige Massen Kalksteins vom Augitporphyre geschieden wird, bei der Dolomitisation des Kalksteines nur seine obern Lagen von den Talkerde-Dämpfen durchdrungen, seine unteren, dem Feuerherde aufliegenden aber unversehrt erhalten wurden.

Noch grösser muss aber das Erstaunen werden, wenn die Dolomitisirung auch in solchen Gebirgen statuirt wird, denen der Augitporphyr ganz fremd ist. Ich habe vorhin Fälle genug aufgeführt, wo der Dolomit mit keinem augithaltigen Gesteine vergesellschaftet ist. Im fränkischen Juragebirge ist keine Spur von einem solchen vorfindlich,

* Auch Fr. Hoffmann, der Zeuschner's Beobachtungen aus wohlbekannten Gründen ganz ignorirt und aus nicht minder bekannten Motiven in seiner „Geschichte der Geognosie" um die Dolomitisations-Hypothese wie um den heissen Brei herumgeht, kann doch nicht umhin, bezüglich der Umgebungen des Luganer-Sees sich gegen die Buch'sche Ansicht über „diesen klassischen Punkt" auszusprechen. „Es scheint", sagt er S. 146, „auch nach meinen eignen Beobachtungen, dass hier umgekehrt der rothe Porphyr Gänge in dem schwarzen bildet, und beide in ihrer ersten Entstehung älter als der Kalkstein sind, der daher auch nicht durch ihre Einwirkung in den ausgezeichneten Dolomit des Monte Salvatore umgewandelt sein könnte." — Natürlich, wenn der Augitporphyr älter als der Kalkstein ist, so war jener bereits konsolidirt, als dieser erst zu bilden sich begann, und konnte also, als im festen Zustande, keine Bittererde mehr verflüchtigen. Hiemit hat demnach Hoffmann recht gut die Unmöglichkeit der angeblichen Dolomitisation eingesehen, was ihn freilich nicht abhält (S. 143), diese Hypothese eine „glänzende Entdeckung" zu nennen. So giebt man mit der einen Hand, was die andere wieder nimmt.

und doch soll der Augit auch hier die Dolomitbildung bewerkstelligt haben. Und zur Erhöhung der Sonderbarkeit sind es abermals nicht die untern Kalklagen des Juragebirges (der Liaskalk und der weisse dichte Kalkstein), welche von den aufsteigenden Dämpfen mit Talkerde geschwängert wurden, sondern nur die über ihnen sind in Dolomit umgewandelt worden. Ich gestehe, dass zur Aufstellung wie zur Annahme einer solchen Hypothese ein Glaube gehört, der über mein Vermögen weit hinausgeht.

b) Die Sachlage wird nicht gebessert, wenn man mit Alberti die Dämpfe von oben nach unten wirken lässt. Man fragt ihn auch bei der umgekehrten Operation, woher denn die Dämpfe gekommen sind. Und wenn er uns hierauf antwortet, dass der Gips, in manchen Fällen auch der Schwerspath, bei seinem Aufsteigen in Breiform das Ausströmen von Bittererdegas vermittelt habe, so muss ich abermals gestehen, dass ich mir von einer solchen Vermittelung auf wissenschaftlichem Wege gar keinen Begriff machen kann, und mit Goethe meine: „es sind blos Worte, schlechte Worte, die weder Begriff noch Bild geben." Und woher kommt denn zuletzt das angebliche Gas? Auf diese Frage muss uns Alberti die Antwort schuldig bleiben, da er in den von ihm beschriebenen Formationen ebenfalls keine Spur von Augitporphyr aufgefunden hat.

c) Aber auch da, wo ein augithaltiges Gestein mit Dolomit zusammen gefunden wird, spricht ja dies keineswegs dafür, dass der letztere durch ersteres bedingt ist, sondern das Vorkommen des Augits beweist gerade das Gegentheil von der Buch'schen Hypothese. Hätte nämlich der Augit einen seiner wesentlichen Bestandtheile, die Talkerde, abgegeben, so hätte er eben hiemit aufgehört Augit zu sein. Dass er als echter Augit neben dem Dolomit vorkommt, ist ein schlagender Beweis, dass dieser seine Talkerde nicht vom Augit erhalten hat. Es wäre also vor allem und zuerst das Gestein nachzuweisen, das als ein seiner Bittererde beraubter Augit anzusehen ist. Zur Zeit ist ein solches noch unbekannt.

d) Die Bittererde soll in Dampfform aufgestiegen sein! Bis jetzt ist es uns noch nicht gelungen, einen Hitzegrad hervorzubringen, in welchem diese Erde zum Flusse, geschweige denn zur Verflüchtigung gebracht wird. Indess wenn wir auch einräumen wollen, dass in diesem Falle die Kunst noch hinter der Natur zurückgeblieben ist, dass letztere eine Hitze zu erzeugen vermochte, durch welche die Bittererde in Gasform sich verflüchtigte, so möge man uns vorher eine Frage beantworten. Warum soll sich denn gerade die höchst feuerfeste Magnesia verflüchtigt haben und nicht zugleich auch die Kieselerde des Augits, welche weit weniger feuerfest ist? Oder hätte die Bittererde ohne Weiteres Abschied von der Kieselerde nehmen können, wenn nicht eine andere Substanz dazwischen getreten wäre, und mit dieser sich vereinigt und sie zurückgehalten hätte? Dieselbe Frage hätten wir auch für die Kalkerde zu stellen.

e) Es ist jedoch noch wenig gewonnen, selbst wenn die Möglich-

keit, die Magnesia in Dampfform zu bringen, eingeräumt wird. Die Chemie hat alsdann immer noch einen bedeutenden Einspruch zu thun. Es besteht nämlich der Augit des Fassathals nach der Analyse von KUDERNATSCH aus:

Kieselerde	50,09
Kalk	20,53
Bitterde	13,93
Eisenoxydul . . .	11,16
Thonerde	4,39

Der Dolomit des Fassathales nach PETZHOLDT aus:

kohlens. Kalk	54,5	oder	52,8
kohlens. Magnesia	45,0	„	46,8
Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd .	0,5	„	0,4

Dem Augit gehen also kohlensaure Verbindungen unter seinen Bestandtheilen ganz ab. Er enthält zwar Bittererde, aber nicht kohlensaure Bittererde, wie sie im Dolomit gefunden wird. Es ist also nicht hinreichend, wenn blos die Verflüchtigung der Bittererde zugestanden wird, sondern es ist nun die Kapitalfrage zu beantworten, woher denn diese die Kohlensäure genommen hat, um mit dem kohlensauren Kalke des gemeinen dichten Kalksteines eine Verbindung zu Dolomit eingehen zu können. Diese Frage hätte vor Allem beantwortet sein müssen, wenn die Hypothese von der Dolomitisation eine wissenschaftliche Berechtigung hätte ansprechen wollen. Sowie sie uns vorgelegt wurde, ist sie nichts weiter als eine der vielen geologischen Opinionen, denen eine wissenschaftliche Begründung abgeht, ja was noch schlimmer, welche mit den Erfahrungen der Wissenschaft im offenen Widerspruche stehen, und die Geologie mit Recht bei den Chemikern in Misskredit bringen.*

BERZELIUS hatte sich bezüglich der BUCH'schen Hypothese von der Mittheilung der Bittererde an den Dolomit vermittelst des Augits unzweideutig geäussert. „Ueber diese Vermuthung“, sagt er, „lässt sich kein Urtheil fällen und sie gehört zu den Auswegen, die man bisweilen einzuschlagen verleitet wird, wenn man den Wegweiser der Erfahrung auf dem Felde der Spekulation verliert, oder er zu weit abgeschieden steht.“

Dagegen erklärt von BUCH, dass er die Hypothese von der Dolomitisation im Gegentheil noch immer für einen Führer durch sehr verwickelte Erscheinungen halte, ja dass er sogar nicht abgeneigt wäre, „eben den Dolomit als ein merkwürdiges Beispiel anzuführen, wie nothwendig es sei, den Ursachen der Erscheinungen nachzuforschen, um nur die wirklich vorhandenen Thatsachen beobachten zu können.“ — Nach dem Vorstehenden wird man es mir nicht verargen, wenn ich

* Wie gross die Unbekanntschaft der Geologen mit den chemischen Einwendungen gegen die Dolomitisation ist, davon giebt HOFFMANN in seiner Geschichte der Geognosie S. 147 ein merkwürdiges Beispiel, indem er nur von der Dampfbildungs-Möglichkeit der Talkerde zu reden weiss.

dem Ausspruche des Chemikers vor dem des Geologen den Vorzug gebe.

Nicht unerwähnt darf ich es zuletzt lassen, dass die Dolomitisations-Hypothese seitdem eine Modifikation erlitten hat, nachdem man aus den Widerreden ersah, dass sie sich in ihrer ersten Fassung nicht halten liesse. Am meisten Schwierigkeit bot, wie BRONN* zugesteht, der fränkische Jura dar, und um ihr zu entgehen, stellte von BUCH die Meinung auf, es könne die Hebung des benachbarten, damit parallel ziehenden Böhmer-Waldes einen Spalt längs dessen Fuss geöffnet und die unterlagernden Kalkschichten des fränkischen Jura so vielfältig zerrissen, zerklüftet und verworfen haben, wie man sie jetzt seiner Angabe nach sehen soll; es könnten hierdurch die Dämpfe einen Ausweg gefunden und nur auf die obern Schichten gewirkt haben, welche ihnen solchen versperrten, daher denn auch nur diese allein dolomitisirt worden seien.

Nur wenige Bemerkungen sollen es sein, die ich über diese Meinung vorbringen werde, mit der man wohl aus dem Regen in die Traufe gekommen sein dürfte, sobald man die geognostischen Verhältnisse in nähere Erwägung zieht. Ungefähr 1 ½ Stunde unter Regensburg gegen Donaustauf zu ist am Tegernheimer Keller der klassische Punkt, wo sich das fränkisch-pfälzische Juragebirge auf das granitische Urgebirge des bayrisch-böhmischen Waldgebirges auflegt. Liaskalk [auf Keuper aufruhend], Liassandstein und darüber dichter fester Jurakalk von massiger Absonderung machen hier die Felsarten des Juragebirgs aus. Dieser Kalkstein zieht am linken Donauufer hinauf nach Regensburg und weiter hin, hier und da von der Grünsandsteinformation bedeckt, aber anfänglich von keinem Dolomit begleitet. Erst nördlich und westlich von Regensburg kommen einige unbedeutende Massen von dieser Felsart vor**, bis der Dolomit dann gegen Riedenburg an der Altmühl hin mächtig auftritt und über ihn hin der lithographische Schiefer sich weit ausbreitet. Also erst in einer Entfernung von einer geogr. Meile von der Auflagerungsstelle des Juragebirgs auf das bayerisch-böhmische Waldgebirge hätte die Dolomitisation in schwachen Anfängen begonnen, während in der Zwischenstrecke sie den Kalkstein nicht verändert und auch im weiteren westlichen Verlauf, wo Dolomit theilweise durch Diceraskalk und lithographischen Schiefer überlagert wird, diese beiden Felsarten unberührt gelassen hätte. Das Wunderbare in dieser Umwandlung bleibt demnach dasselbe, mag man nun das Bittererdegas in senkrechter Richtung, wie sie die ursprüngliche Fassung der Hypothese verlangte, oder in horizontaler, wie sie die modifizirte erheischt, operiren lassen; ja die letztere Richtung ist für eine Gasentwickelung eine noch weit seltsamere. Bedenkt man überdies, dass der Dolomit in derselben Richtung fort gegen Westen längs der

* Handb. einer Gesch. der Natur, I. S. 360.

** Vergl. BEYRICH's Erläuterungen z. geognost. Karte von Regensburg [Regensb. Korrespondenzblatt 1850, S. 122].

Altmühl über Eichstädt und Solnhofen nach Pappenheim zieht, was ungefähr 11 geogr. Meilen vom Tegernheimer Keller entfernt liegt, so hätten wir da von der Wirkung in die Distanz ein Beispiel, wie sich in dem gegenwärtigen Bestande der Dinge kein Analogon dazu auftreiben lässt. Ich denke, dass schon diese Zahlenangaben hinreichen, um der abgeänderten Dolomitisations-Hypothese keinen höheren Werth als der ungeänderten festzustellen. Was übrigens die angebliche Zerklüftung der unteren Schichten des fränkischen Jurakalksteins und die Kontinuität der obern anbelangt, so habe ich schon an einem andern Orte* dargethan, dass gerade das Gegentheil hievon stattfindet.

Nachdem die hier ausführlich erörterte Ansicht von der Umwandlung des Kalksteins in Dolomit vermittelst des Augits seit zwei Dezennien als Axiom in der Geologie gegolten hat, und mit der für Goethe so schrecklichen Versicherung: „die sämmtlichen Naturforscher seien hierin derselben Ueberzeugung", meine Einreden fortwährend abgewiesen wurden, scheint denn jetzt doch die Zeit allmählig herbeizukommen, wo auch Andere es wagen, ihr, dem meinigen gleichförmiges, Urtheil über sie nicht mehr zurückzuhalten. Nicht nur W. Fuchs, der sich zu gemässigten vulkanistischen Ansichten bekennt, sondern auch der auf der äussersten Linken Platz nehmende Vulkanist Petzholdt haben beide in der neueren Zeit sich gegen die angebliche Umwandlung des Kalks in Dolomit, und zwar nach ihren Beobachtungen im Fassathale, erklärt.**

W. Fuchs spricht sich gegen dieselbe aus, da, wie er sagt, „diese Annahme im ganzen Gebiete dieser Gebirge ihre vollständige Widerlegung und keineswegs ihre Bestätigung findet." Er weist nach, „dass Dolomit in gar keiner, oder wenigstens nicht in einer die Hypothese rechtfertigenden, Beziehung zu den Trappgesteinen stehe." Was das angebliche Emporsteigen der Talkerde in Gasform anbelangt, so äussert er gar, dass man diese Behauptung für eine Satyre auf jene Hypothese hätte erklären müssen, lägen nicht Beweise vor, dass es damit ernstlich gemeint sei.

Petzholdt stellt als Schlussresultat seiner, hauptsächlich chemischen, Untersuchungen Folgendes auf: „Weil der Melaphyr, wo er mit geschichtetem Kalk zusammen beobachtet wird, denselben in Dolomit umzuändern nicht im Stande war, so hat er mit der Dolomitbildung nichts gemein. Weil ferner kohlensaure Magnesia in fast allen Kalken Tyrols von uns nachgewiesen ist***, so fällt die Frage nach der Abstammung der Magnesia in dem Dolomite mit der ihrer Herkunft in dem geschichteten Kalk zusammen. Weil endlich ein allmäh-

* Münchn. gel. Anzeig. IX. S. 757.

** Auch ein Name, den ich gern anführe, Gumprecht, hat im Jahrb. f. Mineralog. 1842, S. 831, die Hypothese von der Dolomitisirung zurückgewiesen.

*** Bei dieser Gelegenheit will ich überhaupt daran erinnern, dass auch in den Kalksteinen anderer Lokalitäten nicht selten kohlensaure Magnesia enthalten ist, so z. B. fand v. Kobell selbst in den schönen Urkalksteinen vom Pentelikon und Hymettus 0,8 bis 1,2 kohlens. Talkerde.

liger Uebergang von Kalk in Dolomit, von unten nach oben ansteigend, überall geognostisch wie chemisch nachgewiesen werden kann, so schliessen wir, dass nach der neptunischen Bildung von Kalk unmittelbar die ebenfalls neptunische Bildung von Dolomit erfolgte."

Auf die hier vorgeführten Argumente gestützt, sprach ich in der ersten Auflage des vorliegenden Werkes vor zehn Jahren die Erwartung aus, dass die neptunische Bildung des Dolomits durch die „allgemeine Uebereinstimmung der Forscher" wohl wieder zur wohlverdienten Anerkennung kommen dürfte. Diese Erwartung ist indess keineswegs so allgemein, als ich es mir dachte, in Erfüllung gegangen, denn wenn auch die Meisten sich für die neptunische Bildung in dieser oder jener Weise aussprachen, so haben Andere desto hartnäckiger die Buch'sche Hypothese zu halten sich bemüht. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes sei es mir daher gestattet einige der Aeusserungen, welche seit den letzten zehn Jahren hinsichtlich der Dolomitbildung laut geworden sind, hier noch anzuführen.

Vor Allen hat A. v. Humboldt im Kosmos seine gewichtige Autorität zu Gunsten der Buch'schen Hypothese in die Wagschale gelegt; da er sich jedoch nicht auf Widerlegung der Einwürfe einliess, so sind diese in ihrer vollen Beweiskraft geblieben.

Weil es mit den Augitporphyren zur Vollführung der Dolomitisation doch nicht mehr gehen wollte, so hat Fournet dem Syenit, Durocher dem Granit dieses Geschäft aufgebürdet. Rozet hat eine Vermittelung herbeiführen wollen, indem er den Dolomit theils auf nassem, theils auf feurigem Wege sich bilden lässt, im letzteren Falle entweder als Sublimation oder in lavenartigen Ergüssen.*

Das Unglaubliche hat Karsten zu leisten versucht, indem er den Spiess umkehrte und die ursprüngliche Bildung des Dolomits auf nassem Wege geradezu für eine Unmöglichkeit erklärte. — Darauf erwiederte Naumann**: „jede Druse von Braunspath oder Rautenspath beweist die Möglichkeit oder vielmehr Wirklichkeit einer solchen Bildung." — Diese Einrede ist kurz, aber vollkommen ausreichend, um Karsten's Behauptung abzuweisen; denn Niemand wird bestreiten, dass, was wirklich ist, auch möglich ist.

Haidinger und Morlot haben aus dem öfteren Vorkommen des Dolomits mit Gips zu zeigen sich bemüht, dass es eine wässerige Lösung von Bittersalz sei, welche bei gleichzeitiger Ausscheidung von Gips den Kalkstein zu Dolomit umgewandelt habe, und zwar bei erhöhter Temperatur. Obwohl diese Ansicht die Buch'sche Hypothese als grundirrig aufgiebt, halte ich doch durch sie die Frage nicht gelöst, da sie den Ursprung der ungeheuern Dolomitmassen, welche das fränkisch-pfälzische Juragebirge in ununterbrochener Erstreckung zwischen dem Main und der Donau aufzuweisen hat und denen der Gips als Begleiter gänzlich fehlt, nicht erklären kann.

---

* Leonhard's Geognos. u. Geol. S. 645.

** Geognos. I. S. 799.

Naumann* äussert sich in Bezug auf die Buch'sche Hypothese von der Dolomitisirung, dass man bald gefunden hätte, „dass ihr einige geognostische und chemische Bedenken entgegen stehen," und es seien einzelne Thatsachen und Beobachtungen vorgebracht worden, welche es kaum bezweifeln lassen, „dass die Theorie der metamorphischen Dolomitbildung auf einem etwas andern Wege zu suchen sei." Indem er S. 748 anerkennt, dass der Dolomit sehr häufig als ein hydrogenes, mitunter auch als ein metamorphisches Gebilde zu betrachten sei, fügt er hinzu: „wer übrigens an die Möglichkeit eines ursprünglich pyrogenen Kalksteins glaubt, der wird auch keinen Anstand nehmen können, dieselbe Bildungweise für gewisse Dolomite in Anspruch zu nehmen." — Mit dieser Erklärung können wir uns einigermassen zufrieden geben, da wir an die letztgenannte Möglichkeit nicht glauben, die beiden andern Fälle uns aber annehmbar sind.

Bischof sagt sich, wenn auch in sehr höflicher, doch in sehr bestimmter Weise von der Buch'schen Hypothese los: „Setzen wir," sagt er II. S. 279, „statt des plutonischen Wegs den nassen, so verschwinden alle Widersprüche, welche man von chemischer Seite gegen jene Ansichten erhoben hat. Die Hauptsache, dass die Magnesia in einer Beziehung zu den Augitporphyren stehe, d. h. das Resultat ihrer theilweisen Zersetzung sei, bleibt stehen und die Ehre, zuerst die Idee eines grossartigen Umwandlungsprozesses ausgesprochen zu haben, wird unserm grossen Geognosten nie abgesprochen werden." — Ich will mich gerne dem eben Gesagten anschliessen, wenn mir noch eine Abänderung zu der von Bischof versuchten Modifikation zu stellen erlaubt ist, dass nämlich in dem Passus: „dass die Magnesia in einer Beziehung zu den Augitporphyren stehe," statt einer, keiner gesetzt werde. Freilich bekommen wir dann das bekannte Lichtenberg'sche Messer, dem bei der Reparatur weiter nichts als ein neues Heft und eine neue Klinge angesetzt wurde.

Dass übrigens der Augitporphyr in keiner Beziehung zum Dolomite stehe, hat neuerdings C. Brunner ** nach seinen Untersuchungen der Umgebungen des Luganer-Sees ebenfalls gezeigt. Nicht blos findet sich der Dolomit auch da, wo gar kein sogenannter Augitporphyr vorhanden ist, sondern Brunner hat dargethan, dass das dunkle Gestein, welches Buch von dort als solchen bezeichnete, nicht einmal wirklicher Augitporphyr ist, vielmehr als ein mit dem rothen Porphyr gleichzeitiges und gleichartiges, ebenfalls quarzführendes Gebilde auftritt. Noch hat er auf einen andern bemerkenswerthen Umstand aufmerksam gemacht, dass am Hügel von Caslano am nördlichen Gehänge geschichteter Dolomit auf rothen Sandstein aufgelagert ist, dass dann weiterhin nach der Höhe die Masse ihre Schichtung verliert und zugleich sehr krystallinisch wird, während sie am südlichen Gehänge dieselbe

* A. a. O. I. S. 804.

** Neue Denkschrift. d. allgem. Schweiz. Gesellsch. f. d. gesammt. Naturwissensch. XII. [1852] S. 25.

wieder annimmt und zwar mit fast senkrechter Richtung. Der geschichtete wie der ungeschichtete Dolomit haben übrigens die ganz gleiche chemische Zusammensetzung.

Brunner traf in den Dolomiten der Umgebungen des Luganer See's nur eine einzige Versteinerung an; glücklicher war in dieser Beziehung Merian *, der eine grössere Anzahl dort [vom Monte S. Salvadore] auffand, darunter viele, an denen die Schale noch erhalten war. „Sie widerlegen," sagt er, „aufs Gründlichste die Meinung, dass bei der Dolomitisirung des Gesteines die enthaltenen Ueberreste organisirter Wesen durchaus verschwunden sind."

Nicht unerwähnt dürfen hier auch bleiben die Resultate, welche Liebe ** aus seinen sorgfältigen geognostischen und chemischen Untersuchungen des Zechsteins des Orla-Thales gezogen hat. Diese Kalksteine sind meist mehr oder minder dolomitisch, indem sie 8, 31 bis 32, 39 Prozent kohlensaure Bittererde und überdies eine Menge Petrefakten, zum Theil mit vollständigen Schalen, enthalten. „Fern sei es von mir," sagt er, „auf die Frage: woher dieser ungemein hohe Gehalt des Zechsteins an Bittererde, mit einer Hypothese zu antworten. Das eine ist sicher: der kohlensaure Kalk kann sich nicht nach Abschluss seiner Bildung erst in Dolomit verwandelt haben, sondern es muss sich die Bittererde zugleich mit dem kohlensauren Kalk abgesetzt haben, denn sonst müssten die Muschelschalen mit dolomitisch geworden sein. Ich untersuchte aber eine hinreichende Menge von Schalen und fand in ihnen auch nicht eine Spur Magnesia." — Dieser Umstand spricht allerdings eben so entscheidend gegen eine spätere Umwandlung des Kalksteins in Dolomit, als für die ursprüngliche Bildung des letzteren.

Zuletzt will ich noch die Meinung anführen, welche Hausmann *** über die Entstehung der dem Muschelkalke angehörigen dolomitischen Gesteine am Hainberge bei Göttingen ausgesprochen hat. Er leitet sie nämlich allerdings aus einer Umwandlung des Trochitenkalkes ab, aber nicht aus einer solchen, die durch Einwirkung von Magnesiumdämpfen vermittelt worden, sondern durch eine Metamorphose auf nassem Wege, wie sie neuerlich besonders durch G. Bischof aufgehellt worden wäre.

Damit kommen wir nochmals auf Bischof † zurück, nach dessen Ansicht bei dem Dolomite keine Umwandlungsprozesse grössere Wahrscheinlichkeit haben, als der Austausch eines Theils des kohlensauren Kalkes im Kalksteine gegen die kohlensaure Magnesia in Gewässern, oder die Extraktion des grösseren Antheils der kohlensauren Kalkerde im Gewässer, wodurch im letzteren Falle eine Konzentrirung der koh-

---

* Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Basel, 1854. S. 84.

** Jahrb. f. Mineralog. 1853. S. 769.

*** Nachrichten von der G. A. Universität u. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, 1853. S. 177.

† Geolog. II. S. 1190.

lensauren Magnesia bewirkt wird. Wie es sich auch mit der einen oder der andern von diesen beiden Ansichten verhalten möge, hier ist zunächst nur hervorzuheben, dass hiemit ebenfalls die Entstehung auf feurigem Wege verworfen und lediglich die auf nassem anerkannt ist.

Wenn nun gleich die Buch'sche Hypothese von der Dolomitisirung hie und da noch fortspukt, namentlich in den Kompendien, deren Verfasser häufig nicht recht wissen, wie es an der Zeit ist, oder bei auswärtigen Geologen, die unsere einheimische Literatur ignoriren und dadurch nicht gehindert sind, ihren Träumereien sich im süssen Frieden hinzugeben, so ist doch nunmehr bereits entschieden, dass die Theorie von Buch nicht länger haltbar ist, dass vielmehr, wenn man überhaupt die Frage von der Entstehungsweise des Dolomits zu erörtern für durchaus nothwendig erachtet, der Weg zu ihrer Beantwortung nicht auf dem vulkanischen, sondern auf dem neptunischen Gebiete gesucht werden müsse.

Höchst merkwürdig wird es aber immer bleiben, wie eine Hypothese, der man gleich bei ihrem ersten Auftreten nachwies, dass sie weder mit dem geognostischen Thatbestande, noch mit den bewährtesten chemischen Erfahrungen im Einklange stehe, es doch zu einer fast allgemeinen Anerkennung bringen konnte. Man sollte denken, dass eine solche Meinung alsobald hätte aufgegeben werden müssen, wenn auch nur der einzige Umstand gehörig gewürdigt worden wäre, dass nämlich der Dolomit in gewissen Gegenden zwar petrefaktenfrei ist, dagegen in andern Lokalitäten mit einer Fülle von Versteinerungen, öfters sogar mit wohlerhaltenen Schalen oder Thierknochen, auftritt. Alle Lehrbücher vulkanistischen und plutonistischen Bekenntnisses gestehen es ohne Ausnahme zu, dass das Vorhandensein von Petrefakten in einem Gesteine unverträglich mit einer Entstehung desselben auf feurigem Wege ist, und diesen Grundsatz müssen wir allerdings ebenfalls als ein Axiom anerkennen. Dagegen bei dem Dolomite hat man kein Bedenken getragen, diesen groben Widerspruch gegen eine richtige logische Konsequenz zu statuiren, und warum? Lediglich deshalb, weil eine hochberühmte Celebrität eine Hypothese aufstellte in der Voraussetzung, dass der Dolomit petrefaktenfrei ist, an derselben aber gleichwohl mit unerschütterlichem Gleichmuthe festhielt, auch nachdem das Vorkommen von Versteinerungen in zahlloser Menge nachgewiesen war. Es half nichts, die Thatsachen erlagen gegenüber „der allgemeinen Uebereinstimmung der Forscher." Wer zu der von Goethe [S. 31] gegebenen Erklärung, wie eine solche Uebereinstimmung herbeigeführt wird, einen eklatanten Beleg haben will, den braucht man nur auf die Geschichte der Dolomitisations-Hypothese zu verweisen. So gewaltig auch im Namen der freien Wissenschaft gegen den Autoritätsglauben protestirt wird, in der Geologie wenigstens steht er in seiner schönsten Blüthe.

Man wird mich vielleicht zuletzt fragen, welche Meinung ich mir denn von der Entstehung des Dolomites gebildet habe. Darauf möchte

ich am liebsten sagen: gar keine, oder nur insofern eine, als mir seine Bildung auf nassem Wege gleich der der andern Gebirgsarten unzweifelhaft ist. Ich sehe auch gar nicht ein, warum man denn gerade beim Dolomite es schlechterdings wissen will, in welcher Weise der eine seiner chemischen Bestandtheile mit dem andern in Verbindung gekommen ist. Dieselbe Frage könnte man ja für alle chemischen Verbindungen, die in der Mineralwelt vorkommen, aufwerfen, hat sie aber wohlweislich unterlassen und sich mit der Erforschung des Thatbestandes begnügt, weil über diesen hinaus unser Erkennen keinen sichern Grund mehr findet und deshalb die Gefahr nahe liegt, dafür Hypothesen zu nehmen, die in ihren Konsequenzen zuletzt auch das faktische und der Erkenntniss zugängliche Verhalten der Gesteinswelt in falschem Lichte erscheinen lassen.

Es wird wohl am naturgemässesten sein, den Dolomit für eine ursprüngliche Bildung gleich dem Kalksteine zu nehmen, mit dem er sich gleichzeitig gebildet hat. Durch alle Perioden der Gebirgsbildung hindurch treffen wir beide Mineralsubstanzen miteinander in Vergesellschaftung, so dass daraus geschlossen werden darf, dass im uranfänglichen amorphen Zustande des Erdkörpers kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Bittererde miteinander konfundirt waren, bis mit dem Krystallisationsakte die Sonderung begann, ein Theil des Kalkkarbonats sich selbstständig als gewöhnlicher Kalkstein ausschied, ein anderer Theil mit dem Bittererdekarbonat sich zu dolomitischen Gesteinen verband, und zwar in sehr verschiedenen Verhältnissen vom normalen Dolomite an, in welchem von jedem Karbonate ein Mischungsgewicht enthalten ist, bis zum dolomitischen Kalksteine, der von kohlensaurer Bittererde nur noch etliche Prozente aufzuweisen hat. Aus dieser anfänglichen Konfundirung lässt es sich auch dann leicht erklären, wie man im Dolomite kleinere Kalkmassen und umgekehrt antreffen kann, und wie so häufig beide Gesteine unmittelbar ineinander übergehen.

3. Der Gips.

Der Gips ist wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk, indem er aus 46,25 Schwefelsäure, 32,93 Kalkerde und 20,82 Wasser besteht.

Er ist meist von weisser Farbe, die sich ins Gelbe, Graue und Rothe verläuft, und unterscheidet sich leicht vom Kalkstein dadurch, dass er in Säuren nicht aufbraust, viel weicher ist, so dass er schon mit dem Fingernagel sich schaben lässt, und dass er sich minder kalt anfühlt und ein geringeres spezifisches Gewicht hat. Man unterscheidet folgende hauptsächliche Varietäten: 1) Fraueneis [Frauenglas, Selenit] in Krystallen oder derben grossblätterigen Massen, durchsichtig und von vollkommenem blätterigen Bruche; 2) körniger Gips, grob- und feinkörnig, ins Dichte übergehend, mehr oder minder durchscheinend, in seinen schönsten Abänderungen Alabaster benannt; 3) der Fasergips, faserig, durchscheinend; 4) dichter Gips, feinsplitterig, ins Unebene von feinem Korn und ins Ebene übergehend, nur an den Kanten durchscheinend und meist mit Thon gemengt, daher

von grauer Farbe; 5) Gipserde, feinerdig, theils pulverig, theils schwach zusammengebacken.

Obwohl der Gips häufig vorkommt, so steht er doch an Massenhaftigkeit dem Kalksteine weit nach; als Gebirgsgestein, was vom körnigen und dichten Gips gebildet wird, findet er sich in Lagern und Stöcken, bisweilen auch als kleine Berge. Im Urgebirge gehört er zu den Seltenheiten; seine grösste Entwickelung erlangt er erst in den späteren Formationen, und er bildet sich noch fortwährend fort, namentlich in den Sinkwerken der Salzbergwerke, wo er sich oft in schönen Krystallen absetzt. Aufgelöst findet er sich in allen Salzquellen und vielen andern Quellen, die sogenanntes hartes Wasser geben. Der Gips ist meist von massiger Absonderung, doch wird er auch geschichtet angetroffen; häufig ist er stark zerklüftet und von unregelmässigen Aushöhlungen durchzogen, die bei grösserer Ausdehnung als Gipsschlotten [Kalkschlotten] bezeichnet werden.

Der körnige und dichte Gips enthält bisweilen Einmengungen von Steinsalz, Anhydrit, Quarz, Glimmer, Borazit, Schwefel u. s. w.; auch hat er öfters Versteinerungen aufzuweisen und insbesondere ist der Gips des Montmartre durch seine zahlreichen und im besten Zustande erhaltenen Gerippe und Knochen von urweltlichen Wirbelthieren weltberühmt. Vom Steinsalz ist der Gips ein beständiger Begleiter; mit Dolomit ist er häufig enge verbunden.

Noch ist hier kurz des Anhydrites oder des wasserlosen Gipses zu gedenken, welcher gewöhnlich in Begleitung des letzteren und des Steinsalzes vorkommt, und zuweilen auch durch Aufnahme von Wasser in Gips übergeht. Als Gebirgsgestein spielt der Anhydrit eine sehr untergeordnete Rolle.

Obwohl man meinen sollte, dass der Gips als ein Gestein, das so viel Wasser enthält, das deutliche Versteinerungen, oft in grosser Zahl und im unversehrtesten Zustande einschliesst, und das sich jetzt noch fortwährend aus den Gewässern absetzt, schon dadurch seinen neptunischen Ursprung dokumentire, so haben doch viele Anhänger der vulkanistischen Ansicht nicht umhin gekonnt, ihn gleichfalls dem feurigen Gebiete zuzuweisen, indem sie ihn theils als eruptive Bildung, theils als einen umgewandelten Kalkstein erklärten, der diese Metamorphose in Gips durch aus dem Erdinnern aufgestiegene Dämpfe von schwefeliger Säure oder von Schwefelsäure erlitten hätte. Bischof* hat diese beiden Meinungen durch triftige Argumente entschieden widerlegt, so dass selbst Naumann** zugesteht: „die bisweilen ausgesprochene Idee, dass sogar der Gips als solcher eine pyrogene Bildung sei, hat wohl niemals Anklang gefunden."

So ist denn auch die ganze Gruppe der Gebirgsarten aus der Kalkreihe dem neptunischen Gebiete wieder restituirt worden.

---

* Geolog. I. S. 532.
** Geognos. I. S. 748.

C. Kohlenreihe.

Hieher gehören diejenigen Mineralsubstanzen, welche ausschliesslich oder doch überwiegend aus Kohlenstoff bestehen. Sie stellen sich entweder krystallinisch als Graphit und Demant dar, oder amorph als Steinkohle und Braunkohle.

1. Der Graphit.

Der Graphit ist reiner Kohlenstoff, krystallisirt im hexagonalen Systeme [sechsseitigen Tafeln], ist eisenschwarz, undurchsichtig, metallisch glänzend [wenigstens auf dem Strich], sehr weich, abfärbend und von blätterigem Bruche, kommt aber auch dicht vor.

Er gehört dem Urgebirge an und bildet theils einen Gemengtheil von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und Urkalk, theils ist er in besondern Lagern ausgeschieden.

Auch der Demant, dessen wir hier kurz gedenken wollen, obwohl er bei seinem sparsamen Vorkommen gar keine geognostische Bedeutung hat, ist reiner Kohlenstoff, gleich dem Graphite, aber nach einem andern Krystallsysteme, dem tesseralen, gestaltet. Man nennt solche Mineralien, welche bei gleicher chemischer Grundlage doch in zwei verschiedenen Krystallsystemen auftreten und damit überhaupt noch ganz verschiedenartige Qualitäten erlangen, dimorphe Körper. Sie gehören zu den merkwürdigsten Vorkommnissen in der Mineralwelt, da sie den Beweis liefern, dass bei der Bildung eines Körpers nicht der Stoff, sondern die ihm eigenthümliche gestaltende Kraft, die Krystallisationskraft es ist, welche aus ganz gleichartigem chemischen Materiale doch zwei ganz verschiedenartige Körper hervorbringt. Wer eine Kraft ausfindig machen könnte, welche es vermöchte, den Graphit aus dem hexagonalen Krystallsysteme ins tesserale umzuformen, der wäre im Besitz des Geheimnisses, Demanten zu erzeugen.

2. Die Steinkohle.

Unterscheidet sich vom Graphit und Demant dadurch, dass sie amorpher Kohlenstoff ist, gewöhnlich mit etwas Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff verbunden, wobei auch noch einige mineralische Theile eingemengt sind. Sie kommt in sehr verschiedenen Abänderungen vor, unter denen wir nur die beiden wichtigsten etwas näher erörtern wollen.

1) Der Anthrazit ist sammtschwarz, im Bruche muschelig, halbhart, stark glänzend von Glasglanz bis halbmetallischem Glanze, zuweilen bunt angelaufen und spröde. Besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff [94 Prozent], mit etwas Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, und mit mehr oder weniger erdigen Theilen gemengt, ist schwer entzündlich, giebt aber, wenn er einmal brennt, mehr Hitze als jedes andere Brennmaterial, und brennt mit wenig Rauch theils mit, theils ohne Flamme, ohne sich aufzublähen oder zu schmelzen. Der Anthrazit bildet besondere Lager und Flötze im Uebergangsgebirge und geht

durch Zwischenglieder unmittelbar in die eigentliche Steinkohle [Schwarzkohle] über.

2) Die Schwarzkohle [Steinkohle] ist sammtschwarz bis graulich- oder bräunlichschwarz, Bruch muschelig, uneben oder schieferig, starkglänzend bis schimmernd von Fettglanz, zuweilen bunt angelaufen, mehr oder minder spröde. Besteht vorherrschend aus Kohlenstoff [zwischen 80 und 90 Prozent] mit etwas mehr Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, ausserdem noch mit zufälligen erdigen und metallischen Beimengungen. Sie verbrennt leicht mit Flamme, starkem Rauche und einem eigenthümlichen Geruche, und wenn sie bedeckt bis zum Glühen erhitzt wird, so erweicht sie, bläht sich auf und hinterlässt eine poröse und manchmal schwammartige Kohle [Koks], die zwar schwerer verbrennlich ist, aber eine intensivere Hitze giebt. Nach ihrem äussern Ansehen unterscheidet man Glanzkohle, Schieferkohle, Kannelkohle, Grobkohle, Russkohle, Faserkohle.

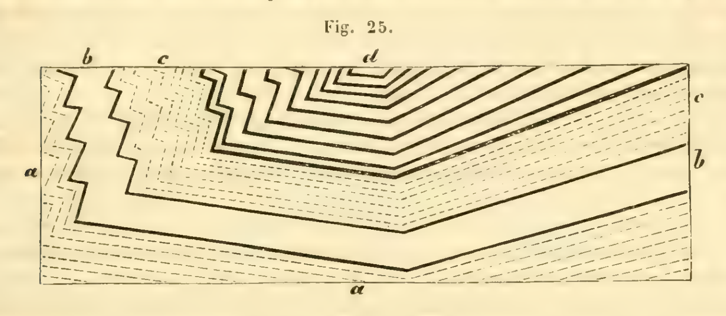
Die Steinkohlen machen eine eigene Formation aus, die auf der Grenzscheide zwischen dem Uebergangs- und Flötzgebirge liegt, daher sie bald diesem, bald jenem zugerechnet werden, und bilden mehr oder weniger, mit Schieferthon und Sandstein abwechselnde Schichten [Flötze]. Unter den zufälligen Gemengtheilen ist der häufigste und schädlichste der Schwefelkies, weil er die Kohlen verunreinigt und zu manchen Feuerungen unbrauchbar macht, und überdies mitunter durch seine Zersetzung Veranlassung zu Selbstentzündungen der Kohlen giebt. Sehr häufig stellen sich Zerklüftungen ein, indem die Kohlen von glatten, bisweilen spiegelnden, auf den Schichtungsflächen fast senkrecht stehenden, gewöhnlich ganz geschlossenen Klüften durchschnitten werden.

Die gewöhnliche Lagerung der Steinkohlen ist in Mulden und Becken. Höchst selten ist nur ein Flötz vorhanden; in der Regel liegen mehrere übereinander, in sehr verschiedener Anzahl, von 3 bis 100 und mehr, in regelmässiger Folge mit Lagen von Schieferthon und Sandstein wechselnd, wobei es im Allgemeinen gilt, dass mit der Zahl der Flötze die Mächtigkeit derselben abnimmt. In sehr flötzreichen Bezirken nimmt man die mittlere Stärke derselben zu höchstens 3 Fuss an, in flötzarmen dagegen steigt sie zu 10, 30, ja stellenweise bis zu 100 Fuss und darüber. Im Pfälzer-Saarbrücker Kohlenbecken zählt man z. B. 77 bauwürdige Flötze, keines unter 2 Fuss, mit einer Gesammt-Mächtigkeit von 238 Fuss, ausserdem sind aber noch 87 Flötze von $^1/_2$ bis 2 Fuss vorhanden, die wenigstens stellenweise benutzt werden könnten, so dass man die ganze Mächtigkeit der 164 Flötze gegen 400 Fuss schätzen darf.

Die Steinkohlenflötze zeichnen sich meist durch grosse Regelmässigkeit ihrer Ausbreitung aus, indem sie oft meilenweit in gerader Linie, gleicher Mächtigkeit und vollkommen parallel miteinander verlaufen, so dass sie auf den Gebirgsdurchschnitt als schwarze parallele Bänder zwischen den gewöhnlich heller gefärbten Schieferthon- und

Sandsteinschichten erscheinen. Auch in den Fällen, wo die Flötze nicht geradlinig fortstreichen, sondern knieförmig und insbesondere in scharfen Zikzaklinien gewunden sind, bleiben sie unter sich in Konkordanz, und dies gilt selbst häufig von ihren Unterlagen, dem flötzleeren Sandsteine, dem Bergkalk und den Grauwackeschichten [Fig. 25].

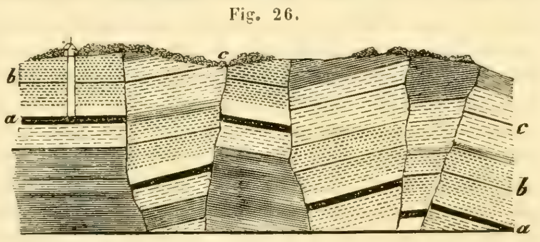
Fig. 25.



Profil der Mulde von Mons.
a. Grauwacke. *c*. Flötzleerer Sandstein.
b. Bergkalk. *d*. Kohlenführendes Gebirge.

Nicht selten stellen sich Verwerfungen ein, indem durch Sprungklüfte die Kohlenflötze durchschnitten und ganz so wie bei Durchsetzung der Gänge verworfen wurden [Fig. 26: ein Theil des Kohlenreviers von Auckland in Durham, wo 3 Kohlenflötze *a*, *b* und *c* durch Sprungklüfte verworfen werden].

Fig. 26.



In den Schieferthonen ist öfters thoniger Sphärosiderit in Nieren und Lagern zu finden, mitunter in so beträchtlicher Entwickelung, dass er Gegenstand des Bergbaues wird. Mehr in theoretischer Beziehung wichtig sind die Einlagerungen von Porphyren und Grünsteinen, bei welchen selbst die Plutonisten nicht umhin können, zuzugestehen, dass ein grosser Theil derselben wegen ihrer regelmässigen Einfügung in den Schichtenverband der Steinkohlen-Formation als gleichzeitige Lager innerhalb derselben anzusehen ist.

Eine nicht ganz ungewöhnliche Erscheinung sind die Erdbrände, welche durch Selbstentzündung der Kohlen erfolgen. Dass Letzteres in den meisten Fällen die Ursache der Kohlenbrände ist, beweist die Erfahrung an den aus Kohlenklein bestehenden Halden, die nicht selten von selbst in Brand gerathen, indem bei ihrer Verwitterung unter Zutritt von Luft und Feuchtigkeit, zumal aber durch Umwandlung des Schwefelkieses in Eisenvitriol, Wärme entwickelt wird, die, durch den Kohlenschutt, als einen schlechten Wärmeleiter, zusam-

mengehalten, sich dermassen steigern kann, dass zuletzt die Kohlen in Brand gerathen. Solche Brände gewinnen mitunter nach und nach eine grosse Ausdehnung und man kennt welche, die schon Jahrhunderte andauern. Als bekannte Beispiele sind anzuführen der sogenannte brennende Berg bei Duttweiler und der Erdbrand bei Zwickau. In Folge solcher Brände wird der zunächst über den entzündeten Kohlen liegende Thonschiefer mehr oder weniger verändert, theils rothgebrannt, theils in eine porzellanartige, meist lavendelblaue Masse, den Porzellanjaspis, umgewandelt.

Von den zahlreichen organischen, hauptsächlich vegetabilischen Ueberresten, die in den Kohlen, Schieferthonen und Sandsteinen abgelagert sind, wird späterhin noch besonders gehandelt werden.

3. Die Braunkohle.

Die Braunkohle ist gewöhnlich braun, was bis ins Pechschwarze verläuft, der Bruch muschelig, uneben, oder erdig und faserig, fettigglänzend bis matt, doch auf dem Striche glänzend, dabei etwas spröde oder mild. Mit Kalilauge gekocht, bekommt letztere eine dunkelbraune Farbe, während, wenn Steinkohle in gleicher Weise behandelt wird, die Lauge farblos bleibt, oder doch nur gelblich, selten schwachbräunlich gefärbt wird. Die Braunkohle hat eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Schwarzkohle, brennt leicht mit russiger Flamme und Verbreitung eines eigenthümlichen unangenehmen Geruches. Da sie bei der Verkohlung in der Regel keine zusammen gesinterten Koks liefert, sondern meist in kleine kompakte Stücke zerfällt, so ist ihre Anwendung beschränkter als die der Schwarzkohle.

Als Hauptvarietäten der Braunkohle sind folgende anzuführen: 1) Die Pechkohle ist pechschwarz bis sammetschwarz, im Bruche muschelig, stark fettglänzend, selten und dann meist nur gegen die Aussenseite mit Spuren von Holztextur, häufig ganz kompakt, so dass sie im äussern Ansehen der pechartigen Schwarzkohle ähnlich wird. 2) Die gemeine Braunkohle ist dunkelbraun bis pechschwarz, von muscheligem Bruche, wenig glänzend und zeigt stellenweise Holzgefüge. 3) Das bituminöse Holz ist braun, leicht und matt, mit ganz deutlicher Holztextur, woran nicht selten die Jahresringe zu unterscheiden sind, noch wie Holz verarbeitbar, meistens jedoch ziemlich spröde und auf dem Querbruche muschelig oder erdig. Geht in gemeine und erdige Braunkohle, so wie in Pechkohle über, wobei ihre Farbe ins Schwarze fällt. 4) Die Papierkohle ist ohne Holztextur und in dünne Blätter theilbar. 5) Die erdige Braunkohle ist lichtbraun bis schwärzlichbraun, schwach zusammengebacken oder pulverig, sehr leicht und matt. Wenn sie etwas mehr kompakt und mit viel Schwefelkies und Thon gemengt ist, wird sie zur Bereitung von Alaun und Eisenvitriol benutzt und Alaunerde genannt.

Die Braunkohlen bilden theils regelmässige Flötze, theils Lagerstöcke, die gewöhnlich zwischen Thon- und Sandschichten liegen und öfters eine ansehnliche Mächtigkeit von 50,100 und mehr Fuss,

einschliesslich der Zwischenlager von Thon, erreichen, ohne doch in dieser Stärke gleichmässig auszuhalten, indem sie sich stellenweise verschmächtigen und dann wieder anschwellen. Schwefelkies ist ein gewöhnlicher Begleiter der Braunkohlen. Häufig liegen 2 oder 3 Flötze von Kohlen übereinander, doch kennt man auch Fälle, wo 7 bis 8 übereinander geschichtet sind.

Die Braunkohlen gehören der Tertiär-Formation an, und als eine sehr neue Bildung ist es mit Recht aufgefallen, dass ihre Schichtung häufig von der horizontalen Richtung abweicht, indem starke Neigungen und Verwerfungen der Schichten nichts Seltenes sind. Wenn solche Erscheinungen da sich einstellen, wo die Braunkohlen in Berührung mit Basalten und Klingsteinen treten, sind die Vulkanisten gleich bei der Hand, um die Störungen auf Rechnung der eben genannten Felsarten zu bringen. Allein ganz dieselben Phänomene zeigen sich auch im norddeutschen Tiefland, wo die Braunkohlen ausser aller Berührung mit den sogenannten eruptiven Felsarten stehen. Besonders interessante Aufschlüsse in dieser Beziehung hat Plettner * über die Braunkohlen-Formation der Mark Brandenburg mitgetheilt. Ihm zufolge ist sie dort nirgends in ungestörter horizontaler Richtung angetroffen worden, sondern die Flötze fallen gewöhnlich zwischen 20 und 50°, ja mitunter bis 90° und überstürzen sich sogar bisweilen. Sie bilden viele Satteln und Mulden, die unter sich einen beständigen Parallelismus des Streichens einhalten und häufig von Klüften durchsetzt werden, welche oft weithin dem Streichen parallel verlaufen und fast durchgängig von einer einseitigen Senkung begleitet werden. — Man muss solche Thatsachen mit Nachdruck hervorheben, um der Behauptung, dass die geneigte Stellung und die Verwerfung der Schichten schlechterdings nur durch Einwirkung vulkanischer Gewalten erklärt werden könne, ihren Ungrund faktisch nachzuweisen.

Gleich den Steinkohlen enthalten auch die Braunkohlen nur wenige thierische fossile Ueberreste, desto mehr aber vegetabilische, deren systematische Bestimmung später abgehandelt werden wird.

Die Kohlenbildung.

Dass die gesammte Mineralkohlen-Formation ihren Ursprung aus dem Pflanzenreiche genommen hat, ist eine Ansicht, die sich aus der Betrachtung der allmähligen Uebergänge vom Torf bis zum Anthrazit, so wie aus dem ungeheuren Reichthum eingelagerter fossiler vegetabilischer Ueberreste von selbst zu ergeben scheint. Der Torf ist entschieden ein Produkt des Pflanzenreiches und er steht bereits in sehr naher Verwandtschaft mit der erdigen Braunkohle, die im bituminösen Holze offenbar die Umwandlung des Holzes in Kohlenmasse darlegt. Indem das bituminöse Holz aber unmittelbar in kompakte Braunkohle und Pechkohle, welch letzterer gewöhnlich alle Spur von vegetabilischer

* Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. IV. S. 460.

Textur mangelt, übergeht und die Pechkohle selbst wieder an die kompakten Schwarzkohlen sich anschliesst, wie diese weiterhin an Anthrazit, so erscheint die obige Behauptung von der Entstehung der Steinkohlen als vollkommen gerechtfertigt. Sie kann sich auch zu ihren Gunsten auf die chemische Analyse berufen, indem die Mineralkohlen eine ähnliche Zusammensetzung wie die Vegetabilien zeigen.

Die weitere Frage war, ob die Umwandlung der Mineralkohlen auf trockenem oder nassem Wege vor sich ging. Die Annahme des ersteren schien am nächsten zu liegen, weil jeder Ofen und Kohlenmeiler die Veränderung des Holzes durch Feuer in Kohle nachweist. Indess theils die vollständige Erhaltung der zartesten fossilen Vegetabilien in einem Grade, wie sie sonst nur ein gut konservirtes Herbarium zeigt, theils andere Gründe, von denen wir jetzt gleich sprechen werden, haben die Annahme eines durch Verbrennung eingeleiteten Ursprunges der Steinkohlen nunmehr vollständig beseitigt. Die entgegengesetzte Ansicht, welche die Steinkohlen aus der Umwandlung grossartiger Vegetationsmassen auf nassem Wege unter Mitwirkung des Druckes, Ausschlusses der Luft und erhöhter Temperatur erfolgen lässt, ist jetzt zur fast allgemeinen Geltung gekommen und hat diese insbesondere durch die vortrefflichen Untersuchungen von Goeppert * erlangt.

Als einen Hauptbeweis für die Bildung der Steinkohle auf nassem Wege hat Goeppert auf ein in glänzend schwarze Kohle verwandeltes Exemplar des Bernsteinbaumes aufmerksam gemacht, an und in welchem wohlerhaltener Bernstein sich befindet. Da nun Bernstein ohne Zersetzung keine so hohe Temperatur verträgt, wie sie unter Voraussetzung feuriger Einwirkung zur Verkohlung des Holzes erforderlich ist, so dürfen wir dem ausgezeichneten Botaniker beistimmen, wenn er in gedachter Beziehung jenem Exemplare einen fast entscheidenden Werth beilegt. Ausserdem hat er aber auch direkte Versuche angestellt, um Pflanzen auf nassem Wege zu verkohlen, und ist durch diese, wie durch andere Beobachtungen zu dem Resultate gelangt: „dass sich nicht blos Braunkohle, sondern auch Schwarzkohle auf nassem Wege und, wie wenigstens in Beziehung auf erstere gesagt werden kann, in unverhältnissmässig kurzer Zeit zu bilden vermag.“

Indess Goeppert hat zur Unterstützung seiner Ansicht ein noch gewichtigeres Argument aufgebracht. Bekanntlich hatte man bisher die Schieferthone und Sandsteine, welche die Kohlen begleiten, als die fast ausschliesslichen Fundstätten fossiler Pflanzen angesehen, während letztere den Steinkohlenmassen ganz abgesprochen, höchstens einige schwache Andeutungen von organischem Gefüge ihnen zugestanden wurden. Goeppert machte nun aber die wichtige Entdeckung, dass auch die Steinkohlen selbst solche Ueberreste in Menge aufzuweisen haben, und es ist ihm gelungen, Kohlen aufzufinden, die durchweg,

---

* Natuurkund. Verhandel. van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. II. Verzameling, 4. Deel. Haarlem 1848. Gekrönte Preisschrift.

Schicht für Schicht, aus Pflanzen bestehen. Zwar hatte schon HUTTON im Jahre 1833 darauf aufmerksam gemacht, dass sich in den englischen Kohlen Spuren von Pflanzenstruktur erkennen liessen, aber GOEPPERT gebührt das Verdienst, durch umfassende Untersuchungen den Sachverhalt klar dargelegt zu haben.

Nachdem er schon früher an einigen Steinkohlen zellige Struktur wahrgenommen hatte, verfiel er darauf, selbige zu verbrennen, um aus dem zurückbleibenden Skelete, welches häufig noch die ursprüngliche Form bewahrte, genauer die Struktur zu ermitteln. Bei dieser Methode fand er jedesmal, auch in der dichtesten Steinkohle von muscheligem Bruche, Skelete von Pflanzenzellen, und dies selbst im Anthrazit der Grauwacke von Leibschütz. Ferner gelang es ihm ganze grosse Kohlenlager aufzufinden, die aus ähnlichen Pflanzen zusammengesetzt sind, wie sie in den übrigen zur Kohlenformation gehörigen Gliedern, nämlich in den Schieferthonen, Sandsteinen und Thoneisensteinen, vorkommen. GOEPPERT schliesst hieraus, dass in der That an dem organisch-vegetabilischen Ursprung der Steinkohle nicht länger gezweifelt werden dürfe, und besteht um so mehr darauf: „um auch hiedurch die wunderlichen, ursprünglich von RAUMER, später von FUCHS und neuerlichst von WAGNER wieder vertheidigten Ansichten über die Bildung der Steinkohlen aus ursprünglichem oder primärem Kohlenstoffe zu widerlegen." Wollen wir zusehen, ob diese Ansicht, welche GOEPPERT für gar so wunderlich ausgiebt, sich nicht dennoch rechtfertigen und überdies zugleich mit der seinigen in Verbindung bringen lasse.

Zur Zeit, wo wir unsere Ansichten über die Bildung der kompakten Steinkohlen aus primärem Kohlenstoff aufstellten, wurden selbige fast allgemein für eine mehr oder minder gleichförmige Masse ohne Spur einer Struktur gehalten. Dem zu Folge stand kein Hinderniss im Wege, den Kohlenstoff der eigentlichen Steinkohlen nicht sekundär aus dem Pflanzenreiche, sondern primär aus der überschüssigen Kohlensäure bei der ursprünglichen Erdbildung abzuleiten, und zu einer solchen Annahme war man um so mehr berechtigt, als denn doch die Existenz des Pflanzenreiches die des Kohlenstoffs bereits voraussetzte. Indem nun aber seitdem GOEPPERT gezeigt hat, dass in den Steinkohlen sowohl organische Struktur als erkennbare Pflanzenformen sich nachweisen lassen, hat er allerdings unsere frühere Annahme bezüglich des Ursprungs des Kohlenstoffs in den Steinkohlen beschränkt, aber sie ist keineswegs als gänzlich unhaltbar dargethan worden. Aus den Untersuchungen von GOEPPERT geht nur so viel mit Sicherheit hervor, dass eine untergegangene Pflanzenwelt wesentlich zur Massenvermehrung der Steinkohle beigetragen hat; sie schliesst aber keineswegs die Ablagerung von Kohlenstoff aus, durch welchen die Vegetabilien in derselben Weise, wie andere organische Reste von Kalk- und Sandstein-Niederschlägen, umschlossen wurden. Dass in den Mineralkohlen die vom Pflanzenreiche gelieferten Massen ungemein vorwiegend sind, findet sich auch nicht selten bei gewissen Kalk- und Sand-

steinen — ich will nur an die sogenannte Monotisschicht im Lias und an manche Grünsandsteine erinnern — bezüglich ihres Inhaltes an thierischen Ueberresten, die mitunter in solcher ungeheuern Menge sich einstellen, dass das Gestein ganz zurückgedrängt wird und man kein Stück abschlagen kann, ohne dass nicht darin organische Reste enthalten wären. Insbesondere in manchen solcher Sandsteine sind die fossilen Schalen, theils ganz, theils zertrümmert in einer ähnlichen Weise eingebettet, wie in den Steinkohlen die vegetabilischen Einschlüsse, welche nicht blos als gesonderte Pflanzenindividuen erscheinen, sondern in zerrissenen Stücken durch die ganze Kohlenmasse verstreut sind, wodurch letztere theilweise eine organische Struktur erlangt. So wenig nun die erwähnten Kalk- und Sandsteine ihren Ursprung den eingeschlossenen Schalthieren verdanken, so wenig, meine ich, darf man die ganze Steinkohlenbildung auf ausschliessliche Rechnung des Pflanzenreiches bringen; dieses hat zur Vermehrung der Masse den wichtigsten Antheil, namentlich bei den Braunkohlen, beigetragen, aber die Umhüllung und Umformung ist durch den Kohlenstoff erfolgt, der aus der Zersetzung der überschüssigen Kohlensäure der Atmosphäre sich ablagerte.

Mit dieser Annahme scheint es mir allein möglich zu erklären, wie nicht blos in den Schwarzkohlen, sondern auch in den Braunkohlen, deren Hauptmasse offenkundig aus dem Pflanzenreiche hervorgegangen ist, gewisse Sorten [Anthrazit, Pechkohle] einen ganz kompakten dichten Zustand annehmen konnten, wie er dermalen bei der Verkohlung von Vegetabilien auf dem nassen Wege weder durch Kunst noch in der Natur mehr zu Stande gebracht wird. In diesen Sorten ist der aus der Kohlensäure ausgeschiedene Kohlenstoff über die vegetabilischen Einschlüsse überwiegend, wie umgekehrt in andern, insbesondere im bituminösen Holze, die zugleich mit abgelagerten Vegetabilien prädominirend sind. Dass es in der Gebirgswelt wirklich primären Kohlenstoff giebt, beweist unzweideutig der Graphit, der, als auf das von organischen Ueberresten ganz entblöste Urgebirge beschränkt, ebendeshalb keinen vegetabilischen Ursprung haben kann. Mir erscheint es am wahrscheinlichsten, dass, als die Hauptablagerungen des Kohlenstoffs erfolgten, ziemlich gleichzeitig mit diesen und durch sie bedingt, die Pflanzenwelt in ihrer Ueberfülle ins Leben gerufen wurde; allerdings auch eine Art *generatio aequivoca*, nur nicht aus der Macht der unorganischen Naturkräfte hervorgegangen, die über ihr Maass zur Erzeugung von Organismen nicht hinausgreifen konnten, sondern lediglich auf das *Fiat* Gottes des Schöpfers, dessen Allmacht allein eine solche Steigerung zu bewirken vermochte. Indem aber diese Pflanzenschöpfung zur Forterhaltung nicht bestimmt war, so wenig als alle während des Fortganges der Gebirgsbildung auftretenden Organismen überhaupt, so wurden sie auch beim Ueberhandnehmen der Kohlenstoff-Ablagerungen von diesen begraben und von ihnen umschlossen, wie es andern organischen Wesen durch den Absatz der Kalk- und Sandsteinbildungen ebenfalls geschah. Die Mineralkohlen verhalten sich

demnach in ähnlicher Weise wie jede ursprünglich gebildete Gebirgsmasse und geben dies auch in ihrem sonstigen Verhalten noch ferner zu erkennen.

Ehe wir in unsern Betrachtungen weiter vorschreiten, erscheint es nothwendig, zuvor einen Blick auf die Massenhaftigkeit der ersten Vegetationsperiode und auf die Ansichten, welche über die Umwandlung derselben in Kohlenmasse und deren Wechselfolge aufgestellt wurden, zu werfen.

Bei den Geologen, welche die ganze Kohlenbildung aus dem Pflanzenreiche ableiten, herrscht darüber eine Meinungsverschiedenheit, ob das Pflanzenmaterial aus der Ferne herbeigeschwemmt oder an Ort und Stelle erzeugt wurde. Letztere Ansicht hat jetzt wenigstens für die eigentliche Steinkohlenbildung die Oberhand gewonnen, weil alle Umstände darauf hindeuten, dass diese mit der grössten Ruhe erfolgte, indem die zartesten Pflanzentheile wohl erhalten sind, was nur geschehen konnte, wenn die Vegetabilien gleich in ihren Heimathsstätten von der Verkohlung ergriffen wurden. Man stellt sich dann den Vorgang in der Weise vor, dass die damalige, durch eine tropische Wärme begünstigte Vegetation wahrscheinlich grosse, niedrig und horizontal gelegene Ebenen des Meeresstrandes bedeckte oder auf einzelnen Inseln zerstreut war. Niveauveränderungen durch Hebung oder Senkung bewirkten ein Ueberfluthen der Pflanzen durch den Ozean, wodurch die Verkohlung der letzteren eingeleitet wurde. Zugleich setzten sich Thon- und Sandsteinmassen auf den früheren, mit Vegetation bedeckten Flächen ab, Dünen bildeten sich, auf welchen wieder Pflanzen ähnlicher Art entsprossen und eine zweite Vegetation nach Untergang der ersten begründeten. Aber von Neuem erhob sich das Meer und zerstörte diese zweite Pflanzengeneration, und so ging dieser durch Hebungen und Senkungen herbeigeführte Wechsel von Zerstörung und Neubildung vielmals fort, indem sich die verschiedenen Kohlenflötze übereinander legten, und zwar immer wieder durch Schichten von Schieferthon und Sandstein voneinander getrennt. Man kennt Beispiele, wo sich ein solcher Wechsel mehr als 300mal wiederholt.

Solche Annahme setzt aber ungeheure Zeiträume und eben so ungeheure Pflanzenmassen voraus. Man hat berechnet, dass ein Hochwald, wenn er zusammengestampft und verkohlt würde, eine Kohlenlage von wenig über 3½ Zoll Stärke liefern könnte; demnach wären zu einem Kohlenflötz von 3 Fuss Mächtigkeit 100 Generationen von Hochwald und ein Zeitraum von 10,000 Jahren erforderlich. Nach einer andern Berechnung hätte die 400 Fuss mächtige Saarbrücker Steinkohle zu ihrer Bildung im allergünstigsten Falle mindestens 1½ Millionen Jahre gebraucht. Rechnet man nun die Zwischenschichten von Schieferthon und Sandstein hinzu, die zu ihrer Bildung auch wieder Zeit erforderten, so gelangt man allerdings zu Zahlen, die durch ihre Grösse imponiren mögen, die aber zu den im Ganzen doch geringfügigen Leistungen, um derentwillen sie aufgeboten werden, höchst befremdlich, sogar geradezu unglaublich erscheinen.

Man ist hiebei von der falschen Voraussetzung ausgegangen, dass die Kohlenbildung der Urwelt nach analogen Vorgängen der Jetztzeit erfolgt sein müsse: eine Annahme, die auch bei Beurtheilung anderer geognostischen Verhältnisse zu irrigen Ansichten geführt hat. Allein wenn man auch von den Torfmooren ausgeht und auf deren nahe Beziehung zur erdigen Braunkohle verweist, so kann man doch keine Erfahrung aufführen, dass kompakte dichte Braun- oder Schwarzkohle sich aus der Vermoderung von Torf- oder andern vegetabilischen Massen heranbildet. Man hat also zur Begründung der Ansicht von der Kohlenbildung aus dem Pflanzenreiche nicht einmal eine sichere Grundlage an der Erfahrung für sich. Dann aber auch hat man ganz vergessen auf den gewaltigen Unterschied, der hinsichtlich der Entstehungsweise der Pflanzenwelt des jetzigen Bestandes und der der urweltlichen Periode vorliegt. Jene ist ein Erzeugniss von Ihresgleichen, in ihrer Fortdauer durch die Fortpflanzung bedingt und gelangt erst nach längerem oder kürzerem Wachsthume zur normalen Grösse; diese, die urweltliche Vegetation, dagegen ist ohne Vorgänger eine Urschöpfung, auf des Schöpfers Geheiss in einem Moment ins Dasein gerufen und wohl gleich in ihrer ganzen Vollendung. Das kürzt das Zeitmaass gewaltig ab und führt zu einem bescheidneren, daher glaubhafteren Facit, als wenn man Hunderttausende und selbst Millionen von Jahren innerhalb der Schöpfungsepoche der Erde verlaufen lässt, am Ende lediglich einer Hypothese zu Gefallen, wobei ihre Anhänger sich selbst es nicht verbergen können, dass die ungeheuern Zeiträume, welche sie voraussetzt, doch als eine „etwas unglaubliche Annahme“ erscheinen dürften.

Indess wenn man auch das Zeitmaass auf engere Grenzen reduzirt, immerhin bleibt noch, wenn alle Mineralkohlen aus dem Pflanzenreiche abstammen sollen, eine ungeheure Menge von Vegetabilien nöthig, um kompakte Massen von Kohlenflötzen zu liefern, welche eine Mächtigkeit von 20, 30, 50, ja stellenweise selbst von 300 bis 400 Fuss haben. Allein wenn wir uns auch diese enormen Pflanzenmassen in Folge des ergiebigeren Vegetationsprozesses der Urwelt einigermassen noch gefallen lassen wollten, so stossen wir dagegen auf eine andere Erscheinung, die bei Annahme der mechanischen Bildungsweise der Kohlengebirge nicht blos unser höchstes Befremden erregen, sondern uns noch weit bedenklicher als selbst die excessiven Zeitlängen vorkommen muss. Und diese Erscheinung ist uns in den Lagerungsverhältnissen der Kohlen gegeben.

Wir haben vorhin gesehen, dass die Steinkohlenflötze im vielfachen, öfters mehr als hundertfachen, Wechsel miteinander und mit Schieferthon- und Sandsteinlagern übereinander aufgeschichtet sind, und zwar auf ungeheure Räume hin in der grössten Regelmässigkeit ihrer Reihenfolge und Ausbreitung, wobei öfters noch in gleicher Weise Porphyre und Grünsteine sich dem allgemeinen Schichtungsverbande einfügen. Wir haben aber noch weiter in Erfahrung gebracht, dass die Schichtung des Kohlengebirges häufig in vollkommenster Konkor-

danz mit seinem Grundgebirge sich befindet und dass jenes allen den zikzakförmigen Krümmungen, wenn sie sich bei letzterem einstellen, getreulich nachfolgt, dadurch auf dem Durchschnitt Zeichnungen hervorbringend, wie man sie schon im Kleinen bei den sogenannten Festungsachaten mit Bewunderung ansieht, und um so mehr, wenn man sie in der Gebirgswelt in dem grossartigsten Maassstabe zur Anschauung vor sich hat. Wie reimt sich aber eine solche staunenswerthe Regelmässigkeit des Kohlengebirges mit der Annahme zusammen, dass dasselbe auf grob mechanischem Wege durch einen vielfach wiederholten Vernichtungs- und Zerstörungsprozess sich konstituirt habe? Wie ist es bei einer solchen Voraussetzung möglich, dass Kohlen, Schieferthone, Sandsteine, Porphyre, Grünsteine und andere Gesteine der Kohlengruppe nicht in einem wüsten Gemenge durcheinander liegen, sondern in regelrechter Anordnung auseinander gehalten und übereinander geschichtet sind? Ist es glaublich, dass auf dem Wege von Revolutionen, wie solche durch Ueberschwemmungen, Hebungen und Senkungen, die überdies sämmtlich nur auf willkürlichen Annahmen beruhen, herbeigeführt wurden, dieselben Effekte erzielt werden konnten, wie man sie von Evolutionen in dem Verlaufe einer Schöpfungsgeschichte mit Recht, ja mit Nothwendigkeit erwarten muss? Nimmermehr wird man es uns glaublich machen, dass solche Erfolge das Resultat blindwirkender mechanischer Ursachen sein können.

Wenn die Kohlenbildung blos ein Werk zufälliger und gewaltsamer Umstände, eine gelegentliche Zusammenschwemmung und Vermoderung von Vegetabilien, ein Spiel ungeregelter Gewalten ist, wie lässt sich, fragen wir ferner, die fortlaufende Gesetzmässigkeit in der Veredlung der Gebilde des Kohlenstoffes mit dem Alter des Felsgebäudes der Gebirgswelt erklären? Offenbar gelangt der Kohlenstoff zum Maximum der Ausbildung in seinen beiden krystallinischen Arten, dem Graphit und dem Demant. Beide aber gehören dem Urgebirge an, in welchem auch die Kiesel- und Kalkreihe ihre höchste Vollendung erreicht hat. Der Graphit erscheint im Urgebirge als ein fast metallischer Stoff, dessen Ursprünglichkeit nicht bestritten werden kann. Den Demant hat man freilich aus dem Pflanzenreiche abgeleitet; seitdem man aber wenigstens für den brasilischen sein Muttergestein in dem Itakolumit, also in einem Urschiefer entdeckt hat, wird man auch für diesen einen primären Ursprung anerkennen müssen. In den folgenden späteren Perioden der Gebirgsbildung finden wir den Kohlenstoff nur noch im amorphen Zustande und zwar mehr oder weniger in Verbindung mit andern Stoffen, die allerdings zum grössten Theil aus dem Pflanzenreiche ihm geliefert sein könnten. Als das edelste amorphe Kohlengebilde tritt der Anthrazit, ausgezeichnet durch seine Festigkeit, Sprödigkeit und halbmetallischen Glanz im Uebergangsgebirge auf, ähnlich wie auch in diesem der Marmor des Uebergangskalksteins und die Grauwacke an die Spitze der auf das Urgebirge folgenden Glieder ihrer Reihenfolge gestellt sind. An den Anthrazit schliesst sich die Schwarz-

kohle an, die schon in einigen ihrer Varietäten ein mehr verunedeltes Ansehen darbietet, was noch mehr bei der Braunkohle des Tertiärgebirges der Fall ist, in der, mit Ausnahme der Pechkohle, die erdige Beschaffenheit immer mehr zum Vorschein kommt und überhaupt ihre reichliche Beimengung von vermoderten Pflanzen sattsam dokumentirt. Hier sehen wir also in der fortschreitenden Degradation der Kohlengebilde vom Demant und Graphite des Urgebirges an bis herab zu der erdigen Braunkohle des Tertiärgebirges abermals ein Gesetz obwaltend, dessen Einhaltung wir nicht auf Rechnung mechanischer Kräfte bringen können.

Endlich ist noch besonderer Verhältnisse zu gedenken, auf welche Mohs*, der den organischen Ursprung der Kohlen im Allgemeinen gelten lässt, sich bezieht, um der gewöhnlichen Vorstellung von ihrer Entstehung einige erhebliche Zweifel entgegen zu halten. „Wenn man sieht," sagt er, „dass Steinkohlen in vollkommen isolirten, grösseren und kleineren, rundlichen und unförmlichen Massen [Mugeln] vorkommen; wenn man sieht, dass sie in Form scharfrandiger Bruchstücke fest verwachsen im Sandsteine liegen und durch alle Umstände beweisen, dass sie nichts weniger als wirkliche Bruchstücke, sondern dasselbe sind, wofür man alle dergleichen Bildungen zu halten hat, und wenn man endlich findet, dass sie in gangartigen Trümmern, bald nur einige Linien, bald einige Zolle und mehr mächtig, die Gebirgsmasse durchschwärmen, wie die Kalkspathtrümmer die aus den Varietäten derselben Spezies bestehende Gebirgsmasse, so muss man öfters die Meinung aufgeben, dass sie aus Pflanzen, die an den Orten gelebt haben, wo sie gefunden werden, entstanden seien, und dagegen annehmen: dass, obwohl ihre Materie ursprünglich aus dem Pflanzenreiche abstammt, diese doch eine solche Veränderung erlitten habe, dass dadurch ihre organische Natur gänzlich verloren gegangen, und dass aus dieser Materie die Steinkohlen auf dieselbe Weise und unter denselben Umständen sich gebildet haben wie jede ursprünglich gebildete Gebirgsmasse." — Mohs will allerdings das Gesagte nur auf die Schwarzkohlen, nicht auf die Braunkohlen angewendet wissen, indem er letztere als mechanische Bildungen ansieht. Allein wir brauchen mit den Braunkohlen keine Ausnahme von der ursprünglichen chemischen Bildung der Mineralkohlen überhaupt zu machen, denn die kompakte Pechkohle führt unmittelbar in die Schwarzkohlen hinüber, und das reichliche Vorkommen von vegetabilischen wohlerhaltenen Ueberresten findet, wie erwähnt, ein Analogon in den überaus zahlreichen Vorkommnissen thierischer oder vegetabilischer Ueberreste in manchen Kalkstein- und Sandstein-Ablagerungen, ohne dass wir damit die Annahme von der chemischen Bildung der letzteren aufzugeben genöthigt wären.

Was ist denn nun aber gewonnen, wird man uns fragen, wenn wir von der gewöhnlichen Ansicht über die Entstehung der Mineral-

---

* Geognos. S. 275.

kohlen abgehen, ja selbst noch über die von Mohs hinausgreifen, um dagegen an der Meinung von der primären Bildung derselben aus dem zur Ablagerung gekommenen Kohlenstoff festzuhalten? Ist es am Ende nicht blose Sucht nach Rechthaberei, auf einer Ansicht zu bestehen, welche der gründlichste Untersucher dieser Verhältnisse, Goeppert, selbst für eine wunderliche erklärt hat? Ich glaube nicht, dass mir dieser Vorwurf mit Recht gemacht werden kann. Zwar gestehe ich gerne zu, dass auch nach der von mir rezipirten Ansicht die von Mohs zuletzt angeführten Bedenklichkeiten, so wie die von mir aufgeworfenen Fragen bezüglich der Regelmässigkeit und Wechselfolge des Kohlengebirges und der im Fortgange abnehmenden Ausbildung des Kohlenstoffs, sich nicht erledigen lassen, dies kann man aber überhaupt nicht mit einer Hypothese; dagegen scheint mir mit der von mir hier vorgetragenen doch ein grosser wesentlicher Vortheil gewonnen zu sein, dass mit ihrer Annahme für das Verhalten der Kohlen in ihrem Auftreten in der Gebirgswelt keine andern Probleme, als wie sie für alle übrigen Gebirgsarten bestehen, vorgelegt sind. Werden selbige für letztere gelöst, so sind damit auch zugleich die bezüglich der Mineralkohlen aufgeworfenen erledigt; und werden sie für die andern Gebirgsarten nicht beantwortet, so dürfen wir uns nicht verwundern, wenn sie uns auch hinsichtlich der Kohlen verschlossen bleiben. Einfacher wird jedenfalls die Frage von der Entstehung und Gestaltung des Kohlengebirges, wenn letzteres als eine mit der aller andern Glieder der Gebirgswelt gleichartige Bildung betrachtet wird. Wer mehr hierüber wissen möchte, den müssen wir auf die Erklärung von Mohs verweisen: „man darf sich nicht wundern, dass über die Entstehung der Steinkohlen noch eine grosse Dunkelheit herrscht, da es überhaupt noch nicht gelungen ist, die Entstehung der Gebirgsmassen in völlige Klarheit zu setzen.“

D. Nebenreihen.

Unter den Mineralarten, welche, wenn auch in sehr untergeordneten Verhältnissen, doch noch massenhaft auftreten und demnach an der Zusammensetzung der Erdoberfläche einen gewissen Antheil nehmen, ist in der Geognosie blos noch das Steinsalz und das Eisengeschlecht in Erwähnung zu bringen. Von andern Mineralarten, die bisweilen ebenfalls eine grössere Mächtigkeit erlangen, wird bei den Gebirgsarten, denen sie untergeordnet sind, die Rede sein.

1. Das Steinsalz.

Das Steinsalz, wie es vom Bergmann, oder das Kochsalz, wie es in der technischen Verwendung, oder das Chlornatrium, wie es vom Chemiker benannt wird, ist eine chemische Verbindung von 60,34 Chlor und 39,66 Natrium. Es ist entweder ganz rein, oder durch fremdartige Beimengungen von Gips, Chlormagnesium, Chlorkalium und anderen Salzen etwas verunreinigt. Gewöhnlich findet sich

das Steinsalz in derben krystallinischen Massen, theils grossblätterig, theils, und am gewöhnlichsten, körnig, theils faserig; in Krystallen erscheint es als Würfel. Von Farbe ist es wasserklar, weiss, grau, röthlich, fleisch- bis ziegelroth, selten blau oder grün. Es ist durchsichtig, im Wasser leicht auflöslich und besonders an seinem rein salzigen Geschmacke zu erkennen.

Das Steinsalz kommt weitverbreitet theils in festen Massen, theils im aufgelösten Zustande vor. Im festen Zustande findet es sich vom Uebergangsgebirge an durch alle folgenden Formationen bis in die neueren herein, gewöhnlich als Lager und Stöcke, mitunter aber auch in freistehenden gewaltigen Felsmassen, wie z. B. bei Cardona in Katalonien, oder es sind grosse Thäler im Steinsalz ausgewaschen, wie z. B. am Huallaga in Peru, wo das ganze Flussthal ein einziges Steinsalzlager von 60 Quadratmeilen Ausdehnung bildet. Im Wasser aufgelöst findet sich das Steinsalz in Quellen, welche bei reichlichem Gehalte Salzsoolen heissen, ferner in Seen, Salzseen, z. B. im südlichen Russland, und endlich im Meere.

Gewöhnlich zeigt das Steinsalzgebirge keine Schichtung, bisweilen aber stellt sie sich doch auch mehr oder minder deutlich ein. Obwohl das Steinsalz mitunter in ganzen Stöcken und Lagern rein vorkommt, ist es doch meist mit Thon, Gips, Anhydrit, Mergel, bisweilen auch mit Sandstein unordentlich gemengt, und ein solches Gemenge wird in den bayerischen und österreichischen Salzbergwerken das Haselgebirg genannt. Der Thon, Salzthon genannt, geht allmählig in Mergel über, der dann oft sandiger Mergel und Sandstein wird; er trennt sich theils scharf vom Steinsalz, so dass er ganz salzleer ist, theils ist er an der Grenze mit demselben gemengt, bis er weiterhin ebenfalls völlig salzfrei wird, und damit als Schutzwehr gegen den grössten Feind des Salzbergbaues, das süsse Wasser, dient. Dieser sogenannte Salzthon ist chemisch merkwürdig, da er, wie SCHAFHÄUTL* zeigte, keineswegs zu den Thonen gehört, sondern ein bituminöser Bittererde-Mergel ist, wo die Bittererde die Stelle des Kalkes der gewöhnlichen Mergel vertritt. Der beträchtliche Gehalt an kohlensaurer Bittererde und die Beimischung von Bitumen ist an diesem Salzthone nicht minder bemerkenswerth, als dass genannter Naturforscher fand, dass die feingeschlemmte Masse aus Ueberresten von Infusorien zusammengesetzt erscheint.

Auch das Steinsalz ist gleich seinem ständigen Begleiter, dem Gipse, für ein eruptives Gebilde, aus der Sublimation von Natrium und Chlor durch vulkanische Thätigkeit hervorgegangen, erklärt worden. Man berief sich hiebei hauptsächlich auf den Umstand, dass der Vesuv noch jetzt sublimirtes Kochsalz absetzt, und dass das Steinsalz nebst seinen Begleitern frei ist von fossilen organischen Ueberresten.

Den ersten Grund hat BISCHOF** auf das Evidenteste widerlegt.

* Münchn. gel. Anzeig. XVIII. S. 825; XXIX. S. 425.
** Geolog. II. 2. S. 1669; Jahrb. f. Mineral. 1853. S. 721.

„Exhalationen von Salzsäuregas aus dem Vesuv finden statt. Es bildet sich, wenn unter Zutritt von Wasserdämpfen Kochsalz und Sand bis zum Glühen, oder wenn Chlormagnesium nur mässig erhitzt wird. Diese Salze sind im Meerwasser enthalten und können daher leicht mit demselben in den Herd des Vulkans dringen. Die Laven enthalten Kali- und Natronsilikate; kommt Salzsäure mit ihnen in Berührung, so bilden sich Chlorkalium und Chlornatrium, welche durch Efflorescenz auf die Oberfläche kommen."

Bischof ging aber noch weiter, indem er die gänzliche Verschiedenartigkeit des gewöhnlichen Stein- oder Kochsalzes vom sublimirten Kochsalze auf chemischem Wege nachwies. Aus mehreren, theils von ihm, theils von Andern angestellten Analysen des Steinsalzes von Wieliczka, Berchtesgaden, Hall in Tyrol und in Würtemberg, Hallstadt, Vic in Frankreich, aus Algerien und von Holston in Virginien ergab es sich, dass alle diese Steinsalz-Proben sich durch eine grosse Reinheit auszeichnen. Das von Wieliczka ist das reinste; es enthält nur eine Spur von Chlormagnesium, das Kochsalz in den übrigen schwankt zwischen 99,9 und 97 Proc. Unter 14 Proben waren es nur 6, die Chlormagnesium [0,12 bis 1,11 Proz.], und blos 7, die schwefelsauren Kalk [0,02 bis 3 Proz.], enthielten; lediglich das Steinsalz von Hallstadt zeigte Spuren von Chlorkalium. — Ganz anders ist das Verhalten des im Vesuv sublimirten Kochsalzes. Die Analyse, welche Bischof mit einem solchen, das auf Lava von der Eruption am 5. Februar 1850 gefunden wurde, vornahm, ergab 53,8 Chlorkalium und nur 46,2 Chlornatrium. Auch das von Laugier analysirte Salz, welches der Vesuv 1822 in ungeheurer Menge ausgeworfen hatte, enthielt 10,5 Chlorkalium, und das von Scacchi untersuchte Salz, welches von den Gasdämpfen des Vesuvs im Jahre 1850 gebildet wurde, enthielt 37,56 Chlorkalium. „Nichts ist daher," sagt Bischof, „dem Steinsalze unähnlicher als diese vulkanischen Produkte." Es kommt hiezu, dass auch in keiner einzigen Salzsoole jemals solche Quantitäten Chlorkalium wie in den vom Vesuv ausgeworfenen Salzmassen gefunden wurden, was auch von den Salzseen gilt, denn das Salz aus dem Elton-See, obwohl dieser bedeutende Quantitäten von Chlormagnesium enthält, schliesst doch davon nur 0,13 Proz. ein und zeigt dagegen 98,8 Kochsalz. Bekanntlich ist auch das aus dem Meereswasser gewonnene Kochsalz, obwohl in jenem zugleich viele andere Salze mit vorkommen, von grosser Reinheit. Man darf daher die Entstehung des Steinsalzes schlechterdings nicht auf Rechnung vulkanischer Thätigkeiten bringen.

Der andere Grund, der zu Gunsten des vulkanischen Ursprunges des Steinsalzes angeführt wurde, ist in neuerer Zeit gleichfalls vollständig entkräftet worden. Obwohl es richtig ist, dass die meisten Steinsalzlager bisher keine Versteinerungen aufgewiesen haben, so haben andere sie desto reichlicher gezeigt. Marcel de Serres und Joly *

* *Compt. rend. X. p.* 322, 477.

haben nämlich dargethan, dass das Steinsalz von Cardona Infusorienreste einschliesst, von denen sie die rothe und grünliche Farbe desselben ableiten. Schafhäutl hat, wie schon angeführt, ihr Vorkommen im Salzthone von Berchtesgaden nachgewiesen. Noch weit reicher und mannigfaltiger ist aber das Steinsalzlager von Wieliczka an organischen Ueberresten. Schon Hrdina machte darauf aufmerksam; genauere Aufschlüsse hierüber wurden aber erst von Philippi, Reuss und Unger* mitgetheilt, von denen hier nur die des Letzteren über die Pflanzenüberreste, als für unsere Aufgabe am meisten beweisend, angeführt werden sollen.

Im Salzstocke von Wieliczka nämlich kommen sowohl im grauen Salzthone, als im festen krystallinischen graulichen oder wasserhellen Steinsalze an gewissen Stellen mehr oder minder bedeutende Anhäufungen sowohl vegetabilischer als thierischer Ueberreste vor; beide auf eine Weise erhalten, dass ihre Bestimmung häufig recht gut möglich ist. Insbesondere ist man in neuerer Zeit in der Spizasalz-Aufdeckung der Kammer Hrdina auf ein Lager gestossen, wo sich in Begleitung von Konchylien, zahlreichen Foraminiferen, Cytherinen, und einer Koralle, der *Cyathina salinaria,* Trümmer von Holz, Zapfen von Nadelhölzern, Früchte einiger Kupuliferen und Juglandeen u. s. w. vorfanden. Was die Pflanzenreste anbetrifft, so sind dieselben dunkelbraun gefärbt, vom Aussehen der Braunkohle, fest, und namentlich das Holz im Gefüge so gut erhalten, dass man mit dem Mikroskop die einzelnen Gefässe und Zellen recht wohl zu erkennen vermag. Die meisten Früchte und Zapfen besitzen eine gut erhaltene Aussenseite und sind wenig gequetscht; die Holztrümmer haben nicht selten noch ihre Rindenbekleidung. Aus den Untersuchungen, die Unger über die Beschaffenheit dieser vegetabilischen Ueberreste anstellte, drängte sich ihm die Ueberzeugung auf, dass dieselben im frischen Zustande in eine mehr oder minder saturirte Kochsalzbildung geriethen und sich erst dort in Braunkohle verwandelten. Im Ganzen unterscheidet Unger 15 Pflanzenarten, wovon 10 auf Früchte und Zapfen begründet sind.

Die wohlerhaltene Beschaffenheit dieser organischen Ueberreste schliesst jeden Gedanken an eine auf feurigem Wege eingeleitete Bildung des Steinsalzes von selbst aus; dagegen weist sie mit Nothwendigkeit auf die Annahme hin, das Steinsalz als einen unmittelbaren Absatz aus dem Meereswasser, in welchem das Chlornatrium ohnedies vorwaltend ist, zu betrachten. Die Urwässer haben sich ihres Ueberschusses an Kochsalz in dem Steinsalze eben so entledigt, wie die Atmosphäre ihres überschüssigen Kohlenstoffs in den Mineralkohlen.

2. Eisengeschlecht.

Wie das Eisen das nützlichste unter allen Metallen ist, so ist es auch dasjenige, welches die weiteste Verbreitung hat, denn vom Urge-

---

* Denkschrift. d. Wien. Akadem. I. S. 311.

birge an bis herein in die neuesten Zeiten stellt es sich allenthalben ein, doch sind es nur wenige seiner Erze, die massenhaft in besondern Lagern, Stöcken und Bergen sich ausscheiden, so dass sie dadurch auch in der Geognosie Berücksichtigung erfordern.

Zu den Eisenerzen, welche mitunter eine ungeheure Mächtigkeit gewinnen und dann bisweilen in besondern Bergen zu Tage austreten, gehört der Magneteisenstein, z. B. der berühmte Magnetberg in Schweden, der 400 Fuss hohe Taberg, dann im Altai der Wissokaja-Gora von 280′, der Blagodat von 483′ Höhe und der Katschkanar; in Mexiko der 300′ hohe Magnetberg von Durango. Auch der Brauneisenstein und der gewöhnliche Rotheisenstein bilden häufig mächtige Gänge und Lager, und der Eisenglanz kommt zuweilen in ähnlichen kolossalen Massen wie der Magneteisenstein vor, so z. B. bei Gellivara in Lappland, auf der Insel Elba und am 680 Fuss hohen Piton-Knob im Staate Missuri. Der Spatheisenstein tritt ebenfalls öfters in gewaltigen Massen auf, und der Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, der einen ansehnlichen Berg ausmacht, besteht grösstentheils aus diesem Gesteine.

Da die eben genannten Eisenerze häufig in solchen Felsarten vorkommen, denen eine plutonische Entstehung zuerkannt wird, so musste ihnen von der vulkanistischen Schule konsequenter Weise ein gleicher Ursprung beigelegt werden. Mit dieser Annahme ist es jedoch unvereinbar, dass Rotheisenstein, Brauneisenstein und Spatheisenstein, insbesondere der Sphärosiderit, häufig Versteinerungen enthalten. Ein sehr interessantes Beispiel vom Magneteisen führt Bischof* an. Blum besitzt nämlich ein Exemplar körnigen Magneteisens mit feinen Quarzkörnchen gemengt, in welchem ein Kern von *Spirifer speciosus* gerade so steckt, wie diese Versteinerung so häufig in der Grauwacke getroffen wird. Wie Bischof hinzufügt, schliesst Blum ganz richtig hieraus, dass die Vulkanität des Magneteisens nicht auf festen Füssen zu stehen scheint. Wir negiren sie geradezu für alle petrefaktenführenden Eisenerze — man denke insbesondere an den Schwefelkies, der nächst dem Kalkstein und der Kieselerde das hauptsächlichste

* Geol. II. 1. S. 289. Dieses Beispiel ist deshalb so lehrreich, weil es zeigt, dass das relative Vorkommen von Mineralien oft über ihre Genesis einen noch weit bündigeren Aufschluss als selbst die Chemie gewährt. Die Vulkanisten lassen Magneteisen und Quarz auf pyrogenem Wege entstehen; wir wollen einstweilen ihnen dies einräumen. Nun kommt aber in dem angeführten Falle Magneteisen und Quarz zugleich mit einander vor; die Chemie belehrt uns aber, dass diese Mineralien in der Glühhitze sich nicht nebeneinander gesondert erhalten können, sondern zu einem Silikat zusammenschmelzen. Da dies in dem erwähnten Handstück nicht geschehen ist, so schliessen wir, gemäss den von der Chemie gemachten Erfahrungen, dass sich in demselben Magneteisen und Quarz auf nassem Wege gebildet haben. Dagegen protestiren jedoch die Vulkanisten, indem sie sich auf den Druck, als ihren letzten Nothhelfer berufen. Diese Berufung können wir aber im gegebenen Falle als völlig unberechtigt abweisen, da der zugleich mit vorkommende *Spirifer speciosus* die feurige Entstehung der miteinander gemengten Mineralien: des Magneteisens und Quarzes, als Unmöglichkeit darthut.

Versteinerungsmittel abgiebt — denn, wie selbst NAUMANN zugesteht: das Vorkommen organischer Ueberreste ist mit dem Wesen der eruptiven Gesteine durchaus unvereinbar.

II. KAPITEL.

Lagerungsreihe der Gebirgs-Formationen.

Wenn wir im vorhergehenden Kapitel die Gebirgsarten nach ihrer Gesteinsbeschaffenheit betrachtet haben, so gehen wir in diesem von einem andern Gesichtspunkte aus, nämlich von der Reihenfolge, nach welcher die Gebirgs-Formationen von unten nach oben übereinander gelagert sind.

Es ist nämlich eine höchst merkwürdige Erscheinung, dass die Gebirgsarten nicht regellos neben- und übereinander vorkommen, sondern dass man sie im Allgemeinen, wenn man von der Tiefe nach der Höhe geht, oder umgekehrt, in einer bestimmten Reihenfolge übereinander abgelagert findet, und zwar so, dass letztere über die ganze Erdoberfläche hinweg dieselbe ist. Man darf sich indess hiebei nicht vorstellig machen, als ob die Felsarten in einer ununterbrochenen Erstreckung über die ganze Erdoberfläche sich ausdehnen, wie z. B. die Blätter einer Zwiebel sich um letztere ringsherum legen, sondern sie treten nur in partiellen Erstreckungen auf, und eine und dieselbe Gebirgsart, wenn sie auch in dem nämlichen Gebirgszuge im ununterbrochenen Zusammenhange sich fortzieht, ist doch von der ihr gleichartigen in einer andern Gebirgskette durch weite Zwischenräume geschieden und dadurch in verschiedene Parthien abgetheilt. Eben so wenig darf man erwarten, dass alle Gebirge aus der ganzen Reihenfolge der Felsarten zusammengesetzt sind; im Gegentheil fällt oft eine beträchtliche Reihe der letzteren aus und zwar entweder so, dass die oberen ganz ausbleiben, oder dass nur zwischen oberen und unteren Ablagerungen gewisse Zwischenglieder fehlen, während die oberen sich einstellen und dann wieder nach ihrer allgemeinen Norm regelmässig übereinander folgen. Man sollte es fast für unmöglich erachten, dass irgend Jemand eine solche staunenswerthe Regelmässigkeit der Anordnung des Gebirgsbaues, neben der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit, in welcher gleichwohl die einzelnen Formationen sich ausprägen, betrachten könne, ohne nicht zur Ueberzeugung zu gelangen, dass eine solche Gesetzmässigkeit nicht von einem Spiele blindwirkender Naturkräfte, sondern nur von der höchsten Intelligenz ausgegangen sein kann; — und doch wollen viele Naturforscher von einer solchen nichts wissen.

Der neptunistischen Theorie gemäss, nach welcher die ganze Erde unter Vermittelung des Wassers sich gebildet hat, müssen die untern Gebirgsarten sich eher abgelagert haben und daher für älter gelten als die über ihnen folgenden. Die vulkanistische Ansicht dagegen erkennt diesen Grundsatz nicht in seiner ganzen Konsequenz an, indem sie zwar ihn ebenfalls für den grössten Theil der oberen Felsarten festhält, für die alleruntersten aber, die das Urgebirge und einen Theil des Uebergangsgebirges konstituiren, ihn nicht zugiebt, indem sie diese als Gebilde feurigen Ursprunges, die erst nach Ablagerung der jetzt über ihnen liegenden Gesteinsmassen aus dem Erdinnern hervorgestiegen seien, erklärt. Da wir indess schon im Vorhergehenden die Unhaltbarkeit einer solchen Ansicht nachgewiesen haben, so bleibt für uns der vorhin ausgesprochene Grundsatz, dass die untere Felsart früher als die obere zur Ablagerung kam, daher in dieser Beziehung auch die ältere ist, in seiner unbeschränkten Giltigkeit.

Bei genauerer Erforschung einer in grosser Mächtigkeit auftretenden Gebirgsart wird man sehr häufig gewahr werden, dass sie nicht durchaus aus einem und demselben Gesteine besteht, sondern dass ihr noch andere Gebirgsarten, theils in kleineren Massen, theils aber auch in ganzen Lagern eingefügt sind, und dass sie nicht selten mit letzteren in eine bestimmte Wechselfolge tritt. So z. B. besteht das Steinkohlengebirge nicht blos aus Steinkohle, sondern diese wechselt vielmals mit Lagern von Schieferthon und Sandstein, mitunter auch von Kalkstein ab, wodurch die nach ihren petrographischen Merkmalen sehr verschiedenartigen Massen gleichwohl zu einem grossen Ganzen verbunden sich zeigen, das als solches sich nicht blos durch die Wechsellagerung seiner Gebirgsglieder, sondern auch durch ihre gegenseitigen Uebergänge zu erkennen giebt. Ein anderes Beispiel kann uns der Gneiss liefern, in dessen Masse nicht selten Granit, Glimmerschiefer, Quarzfels, Weissstein, Kalk, Serpentin u. s. w. in einer Weise eingefügt und mit ihm verbunden sind, dass ebenfalls dieses ganze Gemenge als eine grosse Gesammtheit genommen werden muss.

Solche aus innig ineinander verflochtenen, dabei aber ihrem mineralischen Charakter nach aus verschiedenartigen Gesteinsmassen bestehende Gesammtheiten kann man sich nicht anders als Bildungen gleichzeitiger und gleichartiger Weise vorstellen, wie dies schon früherhin dargethan wurde. Eine solche Gesammtheit wird eine Gebirgsformation genannt. Bei den versteinerungsführenden Gebirgsarten kommt zur Feststellung dieses Begriffes noch ein weiteres Merkmal hinzu, nämlich der gleichartige Charakter der in ihren verschiedenen Einzelgliedern eingeschlossenen Versteinerungen. Ferner ist zu bemerken, dass, wenn die dem Hauptgesteine eingeschalteten andersartigen Felsarten in ihm nur einen mehr oder minder beschränkten Raum einnehmen, sie als untergeordnete Glieder desselben bezeichnet werden. Auch ist zuletzt noch zu erwähnen, dass zusammengrenzende Formationen nicht immer scharf voneinander geschieden sind, sondern nicht selten an den Grenzen ineinander übergehen.

Die Gebirgsformationen sondern sich voneinander eben so wenig scharf ab, als dies bezüglich der Gebirgsarten der Fall ist.

Man hat die sämmtlichen Gebirgsformationen in vier grosse Klassen vertheilt, die den Namen der Urgebirge, Uebergangsgebirge, Flötzgebirge und Tertiärgebirge führen. An sie schliesst sich eine fünfte Klasse an, das aufgeschwemmte Gebirge [Fluthland], welches blos aus zusammengeschwemmten Gebilden besteht.

Die Felsarten des Urgebirges sind sämmtlich versteinerungsfrei; in den drei andern Klassen herrschen die versteinerungsführenden vor. Zu dem Namen Tertiärgebirge ist die letzte Abtheilung deshalb gekommen, weil sie von den versteinerungsführenden die dritte ist, so dass in dieser Beziehung dann das Uebergangsgebirge als primäres und das Flötzgebirge als sekundäres Gebirge bezeichnet wird. Insofern mit letzteren Benennungen blos auf den Inhalt an Versteinerungen Rücksicht genommen wird, kann man sie passiren lassen; wenn aber, wie es seit dem Aufkommen der vulkanistischen Theorie geschehen ist, damit auch der Nebenbegriff verbunden wird, dass die primären oder Uebergangsgebirge die ältesten Formationen ausmachen, so sind gedachte Bezeichnungen zu verwerfen, weil nicht die Uebergangs-, sondern die Urgebirge das höchste Alter anzusprechen haben.* Ich werde daher im Folgenden die Benennungen der Uebergangs- und Flötzgebirge als primäre und sekundäre Bildungen nicht in Anwendung bringen, wohl aber den Namen Tertiärgebirge beibehalten, weil er nun einmal der allgemein rezipirte geworden ist.

I. Klasse.

Das Urgebirge.

Hieher gehören diejenigen Gebirgsformationen, welche als die untersten die Grundlagen für alle übrigen abgeben, daher von der neptunistischen Theorie auch als die ältesten erklärt werden, und die zugleich gänzlich versteinerungsfrei sind.

Von den drei Hauptreihen der Gebirgsarten ist die Kieselreihe diejenige, welche fast das ganze Urgebirge konstituirt und zugleich in ihm die höchste krystallinische Struktur erlangt. Sehr schwach ist die Kalkreihe vertreten, wenn gleich hier ihre drei Glieder: der Kalkstein, Dolomit und Gips, ebenfalls in höchster krystallinischer Ausbildung auftreten, und noch weit beschränkter ist die Kohlenstoffreihe repräsentirt, nämlich nur durch den Graphit, der freilich nebst dem Demant, welch letzterer übrigens keine geognostische Spezies ist, den

---

* Eher lassen sich diese Namen rechtfertigen, wenn man als primäres oder primitives Gebirge das Urgebirge bezeichnet, und dann als sekundäres das Uebergangs- und Flötzgebirge zusammen genommen begreift, indem die Vereinigung der beiden letzteren sich allerdings rechtfertigen lässt.

Gipfelpunkt in der Entwickelungsfolge der Kohlenstoff-Ablagerungen darstellt. Steinsalz ist im Urgebirge nicht vorhanden, dagegen ein grosser Reichthum an nutzbringenden Metallen.

Die Urgebirge zeigen theils nur massige Absonderung, theils eine mehr oder minder ausgeprägte Schichtung [nach der Ansicht von Mohs nur plattenförmige Zusammensetzung], wobei in der Regel die Schichten eine sehr steile, mitunter sogar senkrechte oder überhängende Stellung haben.

Vier Formationen sind es, die im Urgebirge in grösster Massenhaftigkeit auftreten: Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer, gegen welche die übrigen an Rauminhalt mehr oder minder nachstehen. Werner war der Meinung, dass die vier genannten Hauptformationen in regelmässiger Reihenfolge, wie sie eben genannt sind, aufeinander gelagert sind; diese Ansicht hat sich jedoch nicht allgemein bewährt. Es hat sich nämlich nicht allein gezeigt, dass durch Ausfallen des Gneisses der Glimmer- und Thonschiefer, oder durch Ausfallen des Gneisses und Glimmerschiefers der Thonschiefer unmittelbar auf Granit folgt, sondern dass Granit sogar jünger als eine dieser drei andern Formationen sein, ja selbst im Uebergangsgebirge nochmals sich einstellen kann. Ferner hat es sich ergeben, dass diese vier Gebirgsarten durch Wechsellagerung und allseitige Uebergänge so miteinander verbunden sind, dass man sie nicht strenge als Arten voneinander zu trennen vermag, sondern sie sich nur als Varietäten einer Spezies, als Glieder einer und derselben Gebirgsgruppe betrachten lassen. Aber auch die andern Urfelsarten aus der Kieselreihe: Syenit, Porphyr, Weissstein u. s. w., stehen mit derselben in einer so innigen Verflechtung, dass sie ebenfalls nur als Spielarten von ihr angesehen werden können. Ja selbst die andersartigen Felsarten aus der Kalkreihe sind denen der Kieselreihe in einer Weise untergeordnet, dass sie ebenfalls als Glieder der grossen Gesammtheit sich ergeben, woraus aber der weitere Schluss zu ziehen ist, dass das ganze Urgebirge als gleichartiger Entstehung zu betrachten ist.

Da die nachfolgende Aufzählung der das Urgebirge konstituirenden Gebirgsarten sich im Allgemeinen nicht nach der Lagerungsfolge anordnen lässt, im Gegentheil eine solche selbst in einem und demselben Gebirge wechselnd ist, so wollen wir die Urgebirgsarten nach ihrer petrographischen Beschaffenheit vorführen, wobei wir uns hier jedoch der grössten Kürze befleissigen können, da ihre Charakteristik schon im vorhergehenden Kapitel gegeben worden ist.

a) Die Urgebirgsarten der Kieselreihe.

1. Der Granit.

Ausser allen Zweifel ist es jetzt gesetzt, dass im Urgebirge der Granit öfters eine spätere Bildung als der Gneiss oder Glimmerschiefer oder Thonschiefer ist, indem er sich in vielen Gegenden der einen oder der andern von diesen Felsarten aufgelagert zeigt. Eben so ist

es erwiesen, dass der Granit mitunter dem Uebergangsgebirge aufgesetzt und daher jünger als selbiges ist. Mit gleichem Grade von Evidenz ist es aber noch nicht dargethan, dass der mit Flötzgesteinen — in den Pyrenäen sogar mit der Kreide — in Berührung tretende Granit wirklich auch gleichzeitiger Entstehung mit diesen ist. So hat man z. B. bei Hohenstein in Sachsen den Granit allerdings auf weite Strecken hin den Quadersandstein überlagernd angetroffen, in andern Punkten daselbst dagegen im gewöhnlichen Verhältnisse, wornach jener Sandstein auf dem Granite aufruht*; ebenso hat man bei Predazzo in Tyrol Granit und Syenit den zur Triasgruppe gezählten Kalkstein bedeckend gefunden, während zuletzt umgekehrt letzterer über dem Syenite liegt. Noch weniger hat man aber bisher den Beweis beigebracht, dass es gar keinen Granit gebe, der im Alter dem Gneiss voranstünde; eine solche Behauptung ist blos aus der irrigen Voraussetzung von der eruptiven Entstehung des ersteren hervorgegangen, wornach der den Gneiss unterteufende Granit als späterer Erguss aus dem Erdinnern angesehen wird. Faktisch ist demnach dem Granit die Priorität des Alters vor dem Gneisse gesichert, wenn sie auch im Kreise der geologischen Opinionen ihm noch hie und da beanstandet wird.

Als untergeordnete Glieder der grossen Granitablagerungen, welche in allmähliger Folge aus letzteren heraus sich entwickeln, sind besonders namhaft zu machen gewisse Gneisse, Syenite, Porphyre und der Schörlfels, deren gleichzeitige und gleichartige Entstehung mit dem Granite daher gar nicht bestritten wird. Anderer Ansicht ist jedoch die plutonistische Schule hinsichtlich der besonderen Einschlüsse, in welcher Ablagerungsform Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und andere Silikatgesteine häufig in den Granitgebirgen getroffen werden und zwar von sehr verschiedener Grösse, von der einer Nuss an und darunter bis zu kolossalen Massen, die dann gewöhnlich mit ihrem obern Ende über den Granit frei hervorragen, während die kleineren vom letztern so vollständig ringsum umschlossen sind, dass sie erst durch künstliche oder natürliche Entblössung sichtlich werden. Solche Einschlüsse, zumal wenn sie, wie es häufig vorkommt, eine ganz unveränderte Beschaffenheit kundgeben, sprechen sicherlich nicht zu Gunsten der feuerflüssigen Entstehung des Granits, so wenig als die stockförmigen oder lagerartigen Einschlüsse von körnigem Kalkstein, obwohl die plutonistische Theorie das Gegentheil behauptet, freilich ohne es beweisen zu können.

In Gangform treten im Granite Grünsteine, Porphyre, Basalte, Quarz, Baryt, Zinnerz, Rotheisenerz, Bleiglanz u. s. w. auf; nicht

* Vgl. Gumprecht's Beiträge z. geognost. Kenntniss einiger Theile Sachsens und Böhmens. Berl. 1835; höchst lehrreich auch in der Beziehung, um mit den Extravaganzen, welche sich die Vulkanisten zur Zeit des Kulminationspunktes ihrer Theorie erlaubten, bekannt zu werden [vgl. auch Münchner gel. Anzeig. II. S. 121].

selten sieht man aber auch innerhalb der granitischen Massen Gänge von Granit selbst, die sich von ihrem gleichartigen Nebengesteine durch verändertes Gefüge und abweichende Färbung unterscheiden. Aber auch in andern Urgebirgsarten, in Grauwackeschiefern, Kalksteinen und andern geschichteten Formationen kommen Granitgänge zum Vorschein.

2. Der Gneiss.

Der Formation des Urgneisses ist in der Regel der Glimmer- und Thonschiefer aufgesetzt, die in gleichförmiger Lagerung auf dieselbe folgen. In den grossen Gneissablagerungen zeigt sich theils eine grosse Einförmigkeit im Gesteinscharakter, theils findet eine fortwährende Wechsellagerung des Gneisses mit Granit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und andern mehr untergeordneten Gesteinen statt, so dass, da zumal überall die deutlichsten Uebergänge nachweisbar sind, sie alle als Glieder einer und derselben Formation, daher auch alle als gleichartiger Entstehung betrachtet werden müssen.

Von der innigen Verflechtung des Granites mit dem Gneisse durch Uebergänge und Wechsellagerung ist schon im Vorhergehenden mehrmals umständlich die Rede gewesen.

Durch den Glimmergneiss ist der unmittelbare Uebergang des Gneisses in Glimmerschiefer, so wie durch den Hornblendegneiss in Hornblendeschiefer und damit verwandte Gesteine gegeben. Sie kommen nicht blos an den Grenzen der Gneiss- und Schiefergebirge vor, sondern bilden zum Theil mehr oder minder mächtige Zonen innerhalb der Gneissablagerungen selbst.

In beschränkterer Verbreitung tritt innerhalb des Gneisses der Weissstein als untergeordnetes, demselben regelmässig eingelagertes Gestein auf; eben so findet sich schon hie und da der Quarzfels, ferner Eklogit, Serpentin, Chloritschiefer, Talkschiefer und Thonschiefer. Häufig erscheint der Urkalk und, wenn gleich seltener, der Urdolomit in Lagern und Stöcken; mit ihnen gewöhnlich der Graphit, doch auch bisweilen ohne dieselben.

Der Gneiss ist mitunter reich an Erzen, die in ihm Stöcke und regelmässige Lager bilden; besonders kommen in ihm grosse Massen von Magneteisenstein vor, mit denen zugleich, wie früher erwähnt, eine Menge anderer Mineralien sich einstellen.

3. Der Glimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer entwickelt sich nach unten hin eben so allmählig aus dem Gneisse, als er nach oben hin eben so stufenweise in den Thonschiefer übergeht, so dass diese drei Formationen unter sich aufs engste verbunden sind, zumal da sie auch in gleichförmiger Lagerung aufeinander folgen.

Ausserdem sind als untergeordnete Lager im Glimmerschiefer zu erwähnen: Gneiss, theils in Lagern, theils in Bergkuppen frei zu Tage tretend, dann Thonschiefer, jedoch seltener und mehr gegen

die Grenze hin, ferner Chlorit- und Talkschiefer, Hornblendeschiefer, Strahlstein, Eklogit, Quarzfels, Urkalk, Urdolomit, Urgips und mancherlei Erze.

4. Der Urthonschiefer.

Die nächsten Uebergänge des Urthonschiefers erfolgen in den Glimmerschiefer, und sehr häufig verbreitet sind Mittelgesteine, die sich bald mehr dem einen, bald mehr dem andern annähern, so dass man auch beiderlei Felsarten mit dem gemeinschaftlichen Namen der Urschiefer bezeichnet hat. Eben so zeigen sich mitunter Uebergänge in Gneiss und Granit, wie auf der andern Seite in Grauwackenschiefer; vom Uebergangsthonschiefer ist er ohnedies mit Sicherheit nur durch den Mangel an organischen Ueberresten zu unterscheiden. Als untergeordnete Lager führt er ziemlich dieselben wie der Glimmerschiefer, besonders Grünsteine, die in ihm häufiger als in letzterem gefunden werden.

5. Der Chlorit- und Talkschiefer.

Beide stehen hinsichtlich ihrer Massenhaftigkeit in der Regel den Urschiefern, in welchen, seltener im Gneisse, sie untergeordnete Lager bilden, weit nach, mitunter aber, wie z. B. in den Alpen, im Ural und in Nordamerika, erlangen sie eine solche bedeutende Mächtigkeit und Ausbreitung, dass sie alsdann als selbstständige Glieder in der Urschiefer-Formation anzusehen sind.

6. Der Itakolumit und Eisenglimmer-Schiefer.

schliessen sich an die Urschiefer an und gelangen nur in Brasilien, zumal der erstere, zu bedeutender Entwicklung.

Eine nur auf den Schreckenstein im sächsischen Voigtlande beschränkte Felsart ist der Topasfels.

7. Der Syenit und Porphyr.

Bei der innigen Beziehung, in welcher der Syenit zum Granite steht, aus welchem er häufig heraus sich entwickelt, nimmt er nicht blos an dessen Lagerungsformen Antheil, sondern tritt auch wie dieser nicht blos im Ur-, sondern auch im Uebergangsgebirge und, wie es scheint, selbst noch im Flötzgebirge auf und zwar sehr häufig als eine selbstständige, frei zu Tage gehende und mächtig ausgebreitete Gebirgsmasse.

Der Porphyr, der so häufig in Granit und Syenit übergeht, wie er umgekehrt aus diesem allmählig sich gestaltet, kommt gang- und lagerartig in allen Hauptgliedern des Urgebirges [Granit, Gneiss, Glimmer-, Urthonschiefer, Syenit] vor, obwohl seine Hauptentwickelung erst in die Uebergangs- und die ältere Flötzzeit fällt. Ob er übrigens im Urgebirge als selbstständiges Gebirgsglied auftritt, wird von plutonistischer Seite verneint.

8. Der Weissstein.

Der Weissstein [Granulit] ist eine beschränkte Gebirgsart, die eigentlich nur als eine besondere Ausprägung des Gneisses zu betrachten ist.

9. Der Quarzfels.

Der Quarzfels erscheint zwar als ein untergeordnetes Gestein in allen hauptsächlichen Urformationen, aber in seiner grössten Massenhaftigkeit doch nur in den Urschiefern, insbesondere im Glimmerschiefer.

10. Der Grünstein und Serpentin.

Grünsteine kommen in Gängen, Lagern und Stöcken schon im Granite, Gneisse und Glimmerschiefer vor, häufiger aber im Thonschiefer.

Der Serpentin tritt schon im Urgneisse und Weissstein auf, am mächtigsten aber in den eigentlichen Urschiefern und Chlorit- und Talkschiefern, wo er oft, wie z. B. im Ural, in den Alpen, in Schottland, eine grosse Mächtigkeit erlangt und als selbstständiges Gebirgsglied erscheint.

11. Der Gabbro, Paulitfels und Omphazitfels.

Von diesen drei Felsarten ist nur die erstere an mehreren Punkten vorhanden, die beiden andern sind sehr beschränkte Bildungen.

b) Die Urgebirgsarten der Kalkreihe.

1. Der Urkalk.

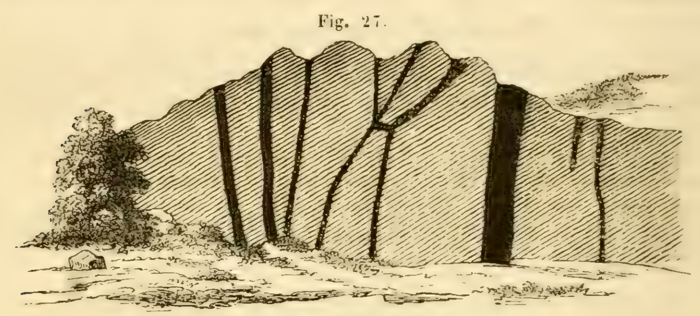
Der Urkalk ist in der Regel weiss, seltener grau in verschiedenen Abänderungen, im Bruche blätterigkörnig von grob- bis feinkörnig, gewöhnlich glänzend oder doch schimmernd, durchscheinend, in den dunklen Varietäten nur an den Kanten durchscheinend, halbhart, nicht sonderlich spröde.

Die Urkalksteine sind theils geschichtet, theils ungeschichtet, und bilden im Granit, Gneisse und den Urschiefern Lager oder Lagerstöcke, welche gewöhnlich ihrem Hauptgesteine ganz regelmässig eingefügt, öfters auch mit ihm an der Grenze durch Wechsellagerung oder Uebergänge verbunden sind. Diese Lager haben oft eine Erstreckung von vielen Meilen.

Manche Urkalksteine sind ganz frei von Gemengtheilen und wenn sie dann zugleich schön weiss sind, so liefern sie den Marmor der Bildhauer; berühmt in dieser Beziehung ist der Marmor vom Pentelikon, Hymettos und von Paros. Häufig sind ihm aber andere Mineralien eingemengt, insbesondere Glimmer, Quarz, Serpentin, Graphit und viele andere Arten, auch Erze, wie Magneteisenstein, Bleiglanz, Zinkblende.

Um doch aus der grossen Reihe von Ablagerungen des kohlensauren Kalksteins auch ein Glied derselben dem vulkanischen Gebiete zu vindiziren, haben die Vulkanisten den Urkalk sich angeeignet, indem sie ihn entweder aus dem Erdinnern im feurigen Flusse hervorsteigen und das Urgebirge durchbrechen liessen, oder doch wenigstens ihn als eine, vermittelst Feuers aus den ursprünglich dichten in den nunmehrigen körnigen Zustand umgewandelte Masse erklärten. Als Gründe zu dieser Usurpation wurden aufgeführt: die körnige Struktur, der Mangel an Versteinerungen und Schichtung, und das bisweilige Vorkommen von Rutschflächen.

Fig. 27.



Urkalk mit Quarzgängen.

Es ist nicht nöthig, sich lange mit der Zurückweisung dieser Argumente zu befassen, die blos auf Vorurtheilen beruhen. Ein solches ist gleich, dass körnige Beschaffenheit und neptunischer Ursprung miteinander unverträglich seien. Schon der Dolomit ist eine neptunische Bildung trotz seiner körnigen Struktur.

Im versteinerungsführenden Thonschiefer, der also gewiss keine vulkanische oder plutonische Bildung ist, kommt körniger Kalk in untergeordneten Lagern vor, und ist daher mit jener neptunischen Formation gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung.* Der Diceraskalk von Kehlheim, der ein Glied der fränkisch-pfälzischen Juraformation ausmacht, ist häufig von körnig-blätterigem Bruche und massiger Absonderung, so dass er als Statuenmarmor bearbeitet wird, und ist gleichwohl stellenweise überaus reich an Versteinerungen, die sicherlich keinem feurigen Flusse entstammt sind. Der berühmte körnige oder sogenannte Urkalk von Carrara geht allmählig in dichten versteinerungsreichen Kalk über, so dass auch nach Hoffmann's Zugeständniss an der zusammenhängenden Bildung beider nicht zu zweifeln ist. Von welcher Art aber diese war, dürften wohl die Versteinerungen nicht in Zweifel lassen. Endlich ist körniger Kalk häufig ein Versteinerungsmittel und selbst frische Muschelschalen zeigen zuweilen an den Küsten durch Meereswasser eine Umwandlung in weissen, krystalli-

* Keilhau in der *Gaea norveg.* II.

nisch-körnigen Kalkstein.* Die sogenannten Rutschflächen beweisen aber gar nichts.

Betrachtet man dagegen die Wechsellagerung, in welche der Urkalk an den Grenzen mit seinem Nebengesteine [dem Gneisse oder Glimmerschiefer] mehrmals tritt, ferner die regelmässige Einlagerung in demselben; bedenkt man weiter, dass der körnige Kalkstein in quarzreichen granitischen Gesteinen eingeschaltet ist, während er selbst häufig mit Quarz, bisweilen zu 20 Prozent, gemengt ist; erwägt man dann, dass ein solches gesondertes Vorkommen von Kalk und Quarz nebeneinander im feurigen Flusse alsbald beseitigt worden und beide zu kieselsaurem Kalke zusammengeschmolzen wären, so kann die Annahme einer feurigen Entstehung oder doch wenigstens Umwandlung des Urkalks mit geognostischen und chemischen Erfahrungen nicht in Uebereinstimmung gebracht werden. Vergeblich bemühte ich mich bei meinem wiederholten Besuche des bei Aschaffenburg vorkommenden gangartigen Lagers von Urkalk mir die dortigen Verhältnisse gemäss der vulkanischen Operationsweise der jetzigen Zeit zu deuten; ich konnte nur gänzliche Verschiedenartigkeit finden.

Ich kann daher Bischof** nur beistimmen, wenn er sagt: „die gänzlich unhaltbare Hypothese vom Aufsteigen eines geschmolzenen kohlensauren Kalks muss demnach aus der Wissenschaft verbannt werden, wenn nicht an die Stelle des Forschens ein Träumen treten soll.“ Aber auch jede neuere Hypothese, die in dem körnigen Kalkstein nur einen umgewandelten dichten sehen will, halte ich für überflüssig, da nicht einzusehen ist, warum denn im Urgebirge, in welchem ohnedies eine Hinneigung zum körnigen Gefüge vorwaltet, nicht auch ein von seinem Ursprunge an körniger Kalkstein denkbar wäre, so gut als ein solcher ja wirklich im Uebergangs- und Flötzgebirge als eine primitiv neptunische Bildung sich einstellt.*** Wozu lange Umwege, auf denen man überdies in Gefahr steht das Ziel ganz zu verlieren, wenn der gerade offen vorliegt?

Endlich ist noch bemerklich zu machen, dass der Urkalk nicht blos in grösseren lagerartigen Ausscheidungen im Urgebirge vorkommt, sondern mitunter auch, insbesondere in den Alpen, als ein wesentlicher Gemengtheil von Urfelsarten, wonach man einen Kalkgranit, Kalkglimmerschiefer und Kalkthonschiefer unterscheidet. Besonders erlangt der Kalkglimmerschiefer zuweilen eine grosse Ausbreitung. Kalk und Quarz, welch letzterer gewöhnlich sehr zurückgedrängt ist, bilden in ihm eine körnige Grundmasse, in welche der Glimmer, gerade so wie im Glimmerschiefer, in einzelnen Blättchen eingebettet ist; zuweilen ist der Glimmer durch Talk ersetzt, was dann den Kalktalkschiefer hervorbringt. Der Kalk beträgt im Kalkglimmerschiefer bisweilen bis 80 Prozent, so dass in diesem Falle letzterer

* Bischof, Geolog. II. 2. S. 1023 u. 988.

** A. a. O. S. 963.

*** Vgl. die trefflichen Bemerkungen von Fromherz über den körnigen Kalk am Kaiserstuhl im Jahrb. f. Mineral. 1852. S. 446.

mehr als ein sehr glimmerreicher Kalkstein zu betrachten ist. Uebergänge erfolgen sowohl in reinen Kalkstein als in gewöhnlichen Glimmerschiefer.

2. Der Urdolomit.

Die Farbe ist schnee-, gelblich- und graulichweiss mit perlmutterartigem Schimmer; das Gefüge ist blätterig-körnig, was durch Feinerwerden ins Zuckerartige und zuletzt ins Dichte übergeht, dabei in der Regel ohne zellige Aushöhlungen; ferner ist der Urdolomit an den Kanten durchscheinend, halbhart und spröde. Im Grossen ist er theils massig, theils geschichtet; mitunter ganz frei von Gemengtheilen, während er anderwärts mit Glimmer, Talk, Grammatit, Quarz und andern Mineralien gemengt ist.

Minder häufig als der Urkalk, mit dem er oft, wie z. B. bei Wunsiedel, zugleich vorkommt, stellt sich der Urdolomit im Urgebirge ein, wo er gewöhnlich im Glimmerschiefer, aber auch im Gneisse und Urthonschiefer in Lagern und Stöcken auftritt, und nicht selten an den Grenzen mit seinem Nebengesteine durch Wechsellagerung sich so innig verbindet, dass damit die gleichzeitige und gleichartige Bildung beider vollständig erwiesen ist.

3. Der Urgips.

Der Urgips ist weiss, feinkörnig bis dicht, häufig mit Talkblättchen gemengt, und ungeschichtet.

Man kennt den Urgips nur aus dem Gebiete des Glimmerschiefers in den Alpen, wo er z. B. am Mocherberge in Kärnthen zwischen diesem und Quarzschiefer liegt, an der Südseite des St. Gotthardt aber dem Glimmerschiefer eingelagert ist und hier, einschliesslich der in ihm enthaltenen Kalklager, eine Mächtigkeit von fast 4000 Fuss erreicht.

c) Die Urgebirgsarten der Kohlenreihe.

1. Der Graphit.

Der Graphit ist als Gebirgsart im Urgebirge der einzige Repräsentant der Kohlenstoffreihe, und im Ganzen weder häufig noch von besonderer Mächtigkeit. Im Granit stellt er sich bereits bisweilen ein als theilweiser oder gänzlicher Stellvertreter des Glimmers, weit öfter findet er sich in Lagern im Glimmerschiefer und Thonschiefer, die überdies nicht selten von ihm so durchdrungen sind, dass daraus wirkliche Graphitschiefer entstehen. Gewöhnlich steht der Graphit in einer sehr genauen Beziehung zum Urkalke, so dass es den Anschein gewinnt, als sei er überschüssiger Kohlenstoff, der bei der Bildung des kohlensauren Kalkes nicht mehr in Verwendung kommen konnte.

II. Klasse.

Das Uebergangsgebirge.

Der Name Uebergangsgebirge giebt schon ausreichend zu erkennen, dass wir es hier mit einer Abtheilung zu thun haben, die sich weder von der vorhergehenden [dem Urgebirge], noch von der nachfolgenden [dem Flötzgebirge] scharf trennen lässt, die im Gegentheil durch Uebergänge dem einen wie dem andern verbunden ist. Man hat den Mangel einer scharfen Abgrenzung des Uebergangsgebirges hie und da als Grund genommen, diese ganze Klasse als unhaltbar aufzugeben, ohne jedoch damit etwas Wesentliches gewonnen zu haben. Wie früher gezeigt, giebt es nun einmal unter den Gebirgsarten keine wirklichen Spezies, wie sie in der Oryktognosie vorliegen, und eben deshalb lassen sich auch die Gebirgsgruppen nicht scharf voneinander sondern, obwohl jede doch immerhin etwas Eigenthümliches zeigt, was zu einer Unterscheidung derselben im Allgemeinen erspriessliche Dienste leistet.

Petrographisch lässt sich also das Uebergangsgebirge vom Urgebirge nicht in allen Fällen sicher trennen, zumal da es häufig in gleichförmiger Lagerung mit diesem sich findet; dagegen giebt es ein Merkmal, welches, wo es sich einstellt, eine scharfe Grenze zwischen beiden zu ziehen gestattet, und dies ist durch das Vorkommen von Ueberresten der organischen Welt gegeben. Das Urgebirge ist ohne Spur von denselben; im Uebergangsgebirge dagegen tritt die Thier- und Pflanzenwelt zum Erstenmal in die Erscheinung. Das Urgebirge ist also versteinerungsfrei, das Uebergangsgebirge versteinerungsführend.

Das Uebergangsgebirge hat in petrographischer Beziehung einen gemischten Charakter, indem theils fast alle hauptsächlichen Felsarten des Urgebirges sich in ihm wiederholen, theils eigenthümliche auftreten, oder wenigstens solche, die wenn sie auch im letzteren bereits vorhanden waren, doch in ihm hinsichtlich der Gesteinsbeschaffenheit und der Mächtigkeit eine mehr oder minder erhebliche Verschiedenheit darbieten.

Zu denjenigen Gebirgsarten, die sich in der Uebergangsperiode wiederholen, gehören hauptsächlich der Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzfels, Syenit und Serpentin, die sämmtlich versteinerungsfrei sind und sich von den gleichartigen Gesteinen des Urgebirges nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht das Uebergangsgebirge unterteufen, sondern demselben eingefügt, also jüngeren Alters als ihre Vorgänger in der Urzeit sind. In gleiche Kategorie gehört der Thonschiefer, nur mit dem Unterschiede, dass er versteinerungsführend ist, wonach es also einen versteinerungsfreien Ur- und einen versteinerungsführenden Uebergangs-Thonschiefer giebt. Grünstein und Porphyr, im Urgebirge nur wenig entwickelt, erlangen hier eine grössere Mächtigkeit, ja der erstere erreicht in dieser Abtheilung das Maximum seiner Ausbreitung und Ausbildung, und beide

kennzeichnen sich noch weiter dadurch als Uebergangsglieder, dass sie in gewissen Varietäten bereits Versteinerungen aufzuweisen haben.

Kalkstein und Dolomit sind zwar ebenfalls aus dem Urgebirge bekannt, aber in sehr untergeordneten Verhältnissen; im Uebergangsgebirge dagegen werden sie mächtiger, was insbesondere vom ersteren gilt, der einen der Hauptkonstituenten desselben ausmacht, eine andere Struktur und Färbung erlangt und zugleich reich an Versteinerungen ist. Der Gips bleibt in sehr untergeordneten Verhältnissen. Der im Urgebirge als krystallinischer Kohlenstoff auftretende Graphit wird im Uebergangsgebirge durch Anthrazit ersetzt, der unter den amorphen Gliedern der Kohlenreihe das veredeltste ist. Steinsalz, dessen Vorkommen im Urgebirge nur nach Salzquellen, die aus demselben hie und da entspringen, vermuthet wird, ist im Uebergangsgebirge von Virginien sicher nachgewiesen, und wird auch in andern Ländern demselben nicht abgehen, da aus ihm nicht selten reiche Salzquellen zu Tage kommen.

Als eine im Urgebirge noch nicht vorfindliche, dem Uebergangsgebirge ausschliesslich angehörige Gebirgsart erscheint die Grauwacke mit ihren Schiefern, welche daher für diese Abtheilung die eigenthümlich charakteristische Felsart ausmacht. An sie schliessen sich dann weiter die eigentlichen Sandsteine an, die ebenfalls dem Urgebirge ganz abgehen.

Aus dieser Erörterung der allgemeinen Verhältnisse des Uebergangsgebirges wird schon zur Genüge entnommen werden können, dass dasselbe, auch abgesehen von seinen paläontologischen Merkmalen, immerhin Eigenthümliches genug darbietet, um weder mit den älteren noch den jüngeren Gebirgen konfundirt, sondern als besondere Klasse behandelt zu werden, welche eine Mittelbildung zwischen Ur- und Flötzgebirge ausmacht, indem sie die Kennzeichen beider an sich trägt. Die Felsarten, welche dasselbe mit dem Urgebirge gemein hat: Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Syenit, Porphyr, Grünstein, Quarzfels u. s. w. brauchen hier nicht besonders betrachtet zu werden, da sie in ihrer petrographischen Beschaffenheit nichts Eigenthümliches darbieten und lediglich durch ihre Lagerungsverhältnisse von den gleichartigen der ersten Klasse sich unterscheiden. Wir beschränken uns daher hier auf die Betrachtung derjenigen Gebirgsarten, welche dem Uebergangsgebirge ausschliesslich angehören oder in ihm doch eine besondere Beschaffenheit erlangen. Da aber von nun an noch ein zweites Moment in Berücksichtigung kommt, nämlich die Ueberreste der organischen Welt, so haben wir die Schilderung des Uebergangsgebirges von einem doppelten Gesichtspunkte aus vorzunehmen, erstlich bezüglich der petrographischen und zweitens bezüglich der paläontologischen Verhältnisse desselben.

a) Die Felsarten des Uebergangsgebirges.

Hier kommen, wie erwähnt, nur diejenigen Gebirgsarten in Betracht, welche dem Uebergangsgebirge eigenthümlich sind und in

der Hauptsache aus dem Uebergangsthonschiefer, der Grauwacke nebst den an sie sich anschliessenden Sandsteinen, und aus den Gliedern der Kalkreihe bestehen. In untergeordneter Beziehung sollen noch die Steinkohlen, Steinsalz und die Erzlager in Erwähnung kommen.

1. Der Uebergangsthonschiefer.

Der Thonschiefer des Uebergangsgebirges ist gewöhnlich grau oder schwarz, mitunter auch grün, gelb und roth, dabei meist von mehr dichter Beschaffenheit und geringerem Schimmer als der des Urgebirges, in welchen er aber so allmählig übergeht, dass er von diesem in gar keiner Weise unterschieden werden kann, ausser durch das Auftreten von Petrefakten. Gewöhnlich liegt die grosse Thonschiefer-Formation zwischen Glimmerschiefer und Grauwacke eingelagert und zwar in der Weise, dass der Glimmerschiefer allmählig in Thonschiefer übergeht, so dass dieser anfänglich noch ein sehr deutliches krystallinisches Ansehen darbietet. Nach und nach nimmt dieses immer mehr und mehr ab und geht in das Dichte über; zugleich stellen sich Versteinerungen ein und wir sind hiemit aus dem Bereiche des Ur- in den des Uebergangs-Thonschiefers eingetreten, der sich zuletzt eben so allmählig und kontinuirlich in den Grauwackenschiefer verläuft, wie er sich anfänglich aus dem Glimmerschiefer entwickelt hatte.

Bei einer solchen Kontinuität der Entwickelung des Thonschiefers, wo eine Grenzlinie zwischen dem der Urzeit und dem der Uebergangszeit nur imaginär ist, sollte man meinen, dass alle Geologen in der Anerkennung eines gleichartigen Ursprungs des gesammten Thonschiefergebirges vollkommen übereinstimmen müssten. Allein zu nicht geringem Befremden ist dies keineswegs der Fall, vielmehr erkennen die Geologen der vulkanistischen und plutonistischen Schule dem Thonschiefer des Urgebirges einen andern Ursprung zu als dem des Uebergangsgebirges, indem sie jenen für ein aus feurigem Flusse hervorgegangenes oder durch selbigen wenigstens metamorphosirtes Gestein, diesen für eine mechanische Sedimentbildung, aus der Zertrümmerung und späteren Zusammenschwemmung des Urthonschiefers erst entstanden, erklären, und ihn als den ältesten oder Urschlamm bezeichnen. Der Grund dieses ungeheuerlichen Verfahrens liegt freilich nahe: dem Uebergangsthonschiefer ist seiner zahlreichen Versteinerungen wegen die neptunische Herkunft nicht abzusprechen; würde man aber diese auch dem Urthonschiefer zugestehen, so müsste sie dem Glimmerschiefer, Gneiss und Granit, weil er in diese mittelbar oder unmittelbar übergeht, ebenfalls zugestanden werden, damit wäre jedoch das ganze Urgebirge dem Neptunismus überliefert. Um einen solchen Selbstverrath nicht zu begehen, verzichten die Vulkanisten lieber auf die logische Konsequenz als auf ihre unhaltbare Theorie, reissen ohne Bedenken auseinander, was in der Natur als unzertrennbare Einheit vorliegt, und lassen, als ob es sich von selbst so verstünde, einen Theil des Thonschiefers zu Pulver zerstampfen und dann wieder zusammenkitten, um nach so grossen Anstrengungen nichts weiter zu erlangen,

als was schon vorher gegeben war. Und gleichwohl ist alle diese Mühe rein vergeblich, denn der Thonschiefer von dichtestem Gefüge ist eben so wenig ein mechanisches Schlammgebilde als der dichte Kalkstein es ist; seine Uebergänge in die deutlich krystallinisch-körnigen Varietäten und seine ausgezeichnete Schichtung bezeugen auf das Deutlichste seine krystallinisch-chemische Entstehung.

Der Thonschiefer des Uebergangsgebirges hat eine weitere Verbreitung als der des Urgebirges, insbesondere gehören ihm die meisten Dach-, Tafel-, Griffel-, Zeichnen- und Alaunschiefer an.

2. Die Grauwacke.

Die Grauwacke ist das am meisten charakteristische Gestein des Uebergangsgebirges, das zwar im Allgemeinen zu den sandsteinartigen Bildungen gehört, aber doch durch hervorstechende Merkmale sich von den eigentlichen Sandsteinen hinreichend unterscheidet. Sie tritt als gemeine Grauwacke oder als Grauwackenschiefer auf und hat eine sehr weite Verbreitung.

Die gemeine Grauwacke ist ein gemengtes Gestein, aus runden oder eckigen verschiedenartigen Körnern zusammengesetzt, die durch ein aus Thon und Kieselerde bestehendes Bindemittel fest vereinigt sind. Die Körner von kaum sichtbarer bis zur Nussgrösse sind Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, seltener Feldspath und Glimmerschuppen; ihre Farbe ist vorherrschend grau, was bis ins Schwarze übergeht, seltener weiss, gelblich, grünlich oder roth. Das Gestein hat eine grosse Festigkeit und ist theils deutlich geschichtet, theils mehr von massiger Absonderung.

Aus der grobkörnigen Grauwacke entwickelt sich durch allmähliges Grösserwerden der Körner das Grauwackenkonglomerat, dessen Gemengtheile theils aus Grauwacke selbst, theils aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und andern Gesteinen bestehen und durch Grauwacken-Cäment verbunden sind. Wo diese Konglomerate vorkommen, finden sie sich gewöhnlich gegen die Grenze des Urgebirges, wie denn gar häufig der Eintritt einer neuen Formation durch Trümmerbildung eingeleitet wird, ohne dass deshalb letztere eine Verbindung von „Geschieben" zu sein braucht, sondern, wie schon Heim annahm, Nieren oder Konkretionen, die sich aus der auf chemisch-krystallischem Wege gebildeten Grauwacke ausgeschieden haben.

Aus der Verfeinerung der Körner der körnigen Grauwacke geht bei Zunahme des thonigen Bindemittels und Zurückdrängung der Quarz- und Kieselschieferkörner die dichte Grauwacke hervor, die, wenn sie immer mehr Glimmerschuppen aufnimmt, in die schieferige übergeht, aus welcher zuletzt im weiteren Fortgange der Grauwackenschiefer sich herausbildet, der so allmählig in den Thonschiefer verläuft, dass Mohs den Uebergangsthonschiefer unter dem Namen des Grauwackenschiefers mitbegreift.

Der Grauwackenschiefer ist oft sehr deutlich geschichtet und seine Schichtungsflächen sind zum Theil sehr eben und zeigen wenig Bie-

gungen. Mitunter findet aber auch das Gegentheil statt, so dass theils die Struktur des Gesteines gleichsam verworren schieferig wird, theils die Schichten in parabolischen Bögen mehrmals hintereinander steigen und fallen, und dadurch eine Erscheinung hervorbringen, die man vielleicht, wie Mons bemerkt, an keinem andern Schiefergesteine so ausgezeichnet wieder findet. Gewöhnlich trifft man dergleichen Biegungen nur in jenem Grauwackenschiefer an, der in seinen übrigen Zusammensetzungs-Verhältnissen mit dem Thonschiefer übereinstimmt.*

Wo die Grauwacke, wie es manchmal vorkommt, unmittelbar mit dem Granite zusammengrenzt, sind beide Gebirgsarten entweder deutlich durch Grenzflächen von einander geschieden, oder ihre Gesteine gehen unmittelbar ineinander über, ohne bedeutendere Veränderungen zu erleiden. Ist es der Grauwackenschiefer [oder Thonschiefer], der mit dem Granite zusammen stösst, so sind die Erscheinungen entweder wie bei den andern Schiefergesteinen, oder der Grauwackenschiefer erleidet oft schon in bedeutender Entfernung von dem Granite eine Veränderung, in welcher er sich theils in Hornfels, theils in Alaunschiefer verwandelt. Um diese Umwandlung gehörig zu beurtheilen, muss mit Mons bemerklich gemacht werden, dass die durch sie hervorgebrachten Gesteine sich auch in weiter Entfernung vom Granite im Grauwackengebirge befinden, und durch die gewöhnlichen Uebergänge mit den Schiefergesteinen desselben verbunden sind. Wo ferner Grauwacke mit Gneiss oder Glimmerschiefer sich begrenzt, da wechseln sie anfangs in schmalen Lagern miteinander ab, und nicht selten findet man auch, wo die Grauwacke bereits herrschend geworden ist, noch Spuren von der einen oder der andern dieser Gebirgsarten. Diese Uebergänge und Wechselbeziehungen sind wohl zu beachten, weil sie zur Ueberzeugung führen, erstlich dass das ganze Grauwackengebirge ebensogut ein krystallinisch-chemisches Erzeugniss ist als dies Granit, Gneiss und Glimmerschiefer sind, und zweitens, weil die zahlreichen

---

* Wie Vulkanisten solche Verhältnisse erklären, mag nachfolgendes Beispiel zeigen, das ich aus v. Leonhard's Basaltgebilden, II. S. 219, entlehne. Am Saratogasee in Neu-York tritt ein Hügel in den See hinein, der mit fast senkrechten entblösten Wänden sich zu 200 Fuss über die Wasserfläche erhebt. Er besteht aus Schichten von Thonschiefer, Grauwacke und Grauwackenschiefer, die häufig miteinander wechseln, und die Grauwacke enthält Bivalvenabdrücke in grosser Menge. Diese Schichten sind von auffallender Regelmässigkeit und steigen unter 13—16° an; am Nordende des Vorgebirgs aber wenden sich dieselben plötzlich um und laufen in entgegengesetzter Richtung bis zum Berggipfel hinan. Wie erklärt nun v. Leonhard dieses sonderbare Verhalten? Er sagt, „sollte man nicht auch an diesen Stellen an Gewalten zu denken berechtigt sein, die aus der Tiefe nach oben wirkten? an basaltische oder andere abnorme Massen, obwohl dieselben gar nicht zum Vorschein kamen? Eine solche Hypothese gehört mindestens nicht zu denen, welche den Beobachtungsgeist unterdrücken.“ Ich dagegen meine, dass mit solcher Annahme aller Beobachtungsgeist erstickt wird: man wolle nur einen Augenblick es sich überlegen, wie ein knieförmiges Umlegen fester Schichten durch einen vulkanischen Anstoss von unten ausgeführt werden kann, ohne dass nicht wenigstens an der Umbiegungsstelle alle Schichten zerknickt und zertrümmert worden wären!

Versteinerungen des ersteren unwidersprechlich darthun, dass diese ganze Reihe von Felsarten auf neptunischem Wege sich gebildet hat.

3. Sandsteine und Quarzitgesteine.

Die Uebergangssandsteine unterscheiden sich von der nahe verwandten Grauwacke dadurch, dass ihre Körner ausschliesslich oder doch vorwaltend aus Quarz bestehen und ihr Bindemittel nicht thonschieferartig ist. Sie sind meist licht von Farbe, ihre Körner zuweilen bei sehr krystallinischer Ausbildung ohne Bindemittel miteinander verkittet, mitunter aber auch ganz lose, so dass sie schichtenweise einen förmlichen Sand bilden, der allmählig wieder in festen Sandstein übergeht. Besondere Erwähnung verdient der englische alte rothe Sandstein [*old red sandstone*], der in England dem älteren Uebergangsgebirge aufgelagert ist und mitunter eine Mächtigkeit von 10,000 Fuss erlangt.

Die krystallinischen Sandsteine gehen unmittelbar einerseits in Quarzite über, die theils geschichtet, theils ungeschichtet sind, und öfters zahlreiche Abdrücke von Orthis und Spirifer enthalten, andererseits entstehen aus ihnen Quarzkonglomerate und Breccien. Sehr häufig stellt sich in mancherlei Uebergängen der Kieselschiefer ein, der recht eigentlich im Uebergangsgebirge zu Hause ist. Obwohl nicht selten regelmässig geschichtet, sind doch oft seine Schichten auch höchst verwirrt gewunden, und was das Merkwürdigste dabei ist, das einschliessende Nebengestein ist von normaler Struktur. Versteinerungen sind im Kieselschiefer seltener; nur die schwarzen kohligen Abänderungen haben mitunter eine Menge von Graptolithen aufzuweisen, welche gegen den angedichteten vulkanischen Ursprung ihres Muttergesteines entschiedenen Protest einlegen.

4. Uebergangskalkstein und Dolomit.

Der Uebergangskalkstein ist meistens von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe, was von Bitumen herrührt, doch kommt er auch von lichten und, was häufiger ist, von bunten Farben vor; dabei ist er dicht und splitterig im Bruche, was ins Körnige übergeht, und meist an den Kanten durchscheinend. Mit Thonschiefer, der ihn in dünnen Lagen durchzieht, verflicht er sich oft in so eigenthümlicher Weise, dass daraus förmliche Schieferkalksteine entstehen. Wenn die Uebergangskalksteine eine gute Politur annehmen und durch Färbung sich auszeichnen, so werden sie als Marmor sehr geschätzt.

Wie die Grauwacke oft von weissen Quarzadern nach allen Richtungen durchzogen ist, so ist dies mit dem Uebergangskalksteine bezüglich des weissen Kalkspathes der Fall, der ihn nach allen Richtungen durchschwärmt, die Versteinerungen mitten durchsetzt und überhaupt alle Erscheinungen zeigt, an denen die ganze Gangtheorie im Miniaturbilde studirt werden kann.

Die Uebergangskalksteine zeigen theils nur eine massige Abson-

derung mit unregelmässiger Zerklüftung, theils bieten sie mehr oder minder deutliche Schichtung dar. Sie finden sich in Nieren, oder Lagern und Stöcken andern Gliedern der Uebergangsformation eingefügt oder bilden selbstständige mächtige Ablagerungen. Sehr ausgezeichnet sind sie durch ihre Neigung zur Höhlenbildung und ihren grossen Reichthum an Versteinerungen; manche Felsen bestehen fast blos aus Korallen, wie z. B. bei Hartmannsreuth in Oberfranken, andere fast nur aus Ueberresten von Krinoideen.

Der Dolomit ist hier schon weit bedeutender als im Urgebirge entwickelt, theils in Lagern und Stöcken, theils in frei zu Tage gehenden Ablagerungen, die mitunter zerklüftete schroffe pittoreske Felsen bilden; zuweilen ist er reich an Versteinerungen.

5. Steinkohlen und Erzlager.

Anthrazit und Steinkohlen kommen zwar im Uebergangsgebirge nicht häufig vor, zuweilen aber doch in einer Ausbreitung, dass sie bauwürdig werden.

Erzlager sind nicht selten und öfters von solcher Mächtigkeit, dass sie ein wichtiger Gegenstand des Bergbaues werden; dahin gehören insbesondere verschiedene Eisen-, Kupfer-, Blei- und Zinkerze. Besonders bekannt ist in dieser Beziehung der 1800 Fuss lange und 176 Fuss mächtige Erzstock des Rammelsbergs bei Goslar, der aus einem Gemenge von Schwefelkies und Kupferkies mit Bleiglanz und brauner Zinkblende besteht.

b) Die Versteinerungen des Uebergangsgebirges.

In der Reihenfolge der Gebirgsarten von unten nach oben ist das Uebergangsgebirge das erste, welches Versteinerungen einschliesst und uns dadurch Kunde giebt, dass gleichzeitig mit seiner Bildung auch die ersten Anfänge des organischen Lebens zur Erscheinung kamen. Eine vollständige Kenntniss des letzteren können wir freilich nicht erlangen, da uns von ihm nichts als die festen Körpertheile erhalten, die weichen aber von den in der Ablagerung begriffenen Gebirgsmassen zerstört und absorbirt wurden. Immerhin aber können wir aus den annoch aufbewahrten Ueberresten uns eine ziemlich befriedigende Vorstellung von dem wesentlichen Charakter der Thier- und Pflanzenwelt machen, die während der Schöpfungsperiode zugleich mit den Gebirgsablagerungen ins Leben trat.

Obwohl die Schilderung der urweltlichen organischen Wesen, die Paläontologie, erst späterhin in ausführliche Betrachtung kommen und einen besondern Theil dieses Werkes ausmachen soll, so ist sie doch auch schon hier, wenn gleich in aller Kürze, in Berücksichtigung zu ziehen, weil die Versteinerungen einen wesentlichen Bestandtheil des Grundcharakters der Gebirgsformationen ausmachen, daher

in einer naturhistorischen Beschreibung der letzteren nicht übergangen werden können.*

Man hat nämlich die höchst überraschende Wahrnehmung gemacht, dass die organische Welt der Schöpfungsperiode nicht blos einen ganz anderen Charakter hat als die dermalen existirende, sondern dass sie auch keineswegs zu allen Zeiten dieselbe gewesen ist, dass sie im Gegentheil vielmals, und zwar zugleich mit der Reihenfolge der Gebirgsformationen, total gewechselt hat. Noch mehr, nicht blos umschliesst jede der letzteren ihr ganz eigenthümliche organische Ueberreste, sondern diese sind auch zum grossen Theile keineswegs gleichförmig durch die ganze Gesteinsmasse vertheilt, vielmehr stockwerkartig voneinander abgesondert, so dass die Petrefakten der obern Lagen häufig von ganz anderer Art sind als die aus den mittleren und unteren. Hiemit ist eine Gebundenheit der fossilen organischen Arten an die Gebirgsarten gegeben, welche ein wichtiges Hülfsmittel ausmacht, um die letzteren nach den Eigenthümlichkeiten der ersteren sicher zu erkennen. Diese grosse Bedeutung der Petrefakten für geognostische Feststellungen gewinnt aber noch mehr dadurch, dass dieselben oder analoge Typen in einer und derselben Gebirgsformation fast über den ganzen Verbreitungsbezirk derselben ausgestreut sind, so dass bei der wechselnden Beschaffenheit des Gesteines sich vielmals eine geognostische Formation mit grösserer Sicherheit aus dem Charakter ihrer Versteinerungen als aus dem ihrer mineralischen Beschaffenheit erkennen lässt. Die Paläontologie ist daher ein unentbehrliches Hülfsmittel für die Geognosie.

Diese innige Wechselbeziehung zwischen den Gebirgs-Formationen und der organischen Welt ist eine höchst merkwürdige und in ihrer Bedeutsamkeit nicht immer gehörig gewürdigte Thatsache, wovon im paläontologischen Theil dieses Werkes ausführlicher gesprochen werden soll. Hier nur so viel, dass aus Allem ersichtlich wird, dass nach Abschluss der Urgebirgsbildung von nun an mit dem Beginne und dem Fortgange einer jeden neuen Gebirgsformation gleichzeitig eine eigenthümliche Thier- und Pflanzenwelt erschaffen wurde, die blos zu ephemerem Dasein bestimmt mit der Beendigung des Bildungsaktes der Gesteinsformation ihr eigenes Ende erreichte. Die Hauptsache während der Schöpfungsperiode der Erde war ihr Aufbau aus einer Mannigfaltigkeit von Gesteinsarten; die gleichzeitig mit auftretende organische Welt war das Accidentelle und Vergängliche, mit jeder neuen Evolution der anorganischen Erdmasse Wechselnde. Man hat darüber gestritten, ob das Thier- und Pflanzenreich einer bestimmten Periode der Erdbildung mit gar keinen Arten in die darauf folgende hinübergereicht habe, oder ob jedesmal nach einem völligen Erlöschen derselben eine gänzliche Neuschöpfung der organischen Wesen erfolgt

* Ich kann hier allerdings nichts weiter als die Namen der charakteristischen Versteinerungen anführen; ihre Beschreibung bleibt einem später nachfolgenden Bande vorbehalten.

sei. Nach zahlreichen Erfahrungen hat sich in dieser Beziehung das Resultat festgestellt, dass allerdings mit jedem Wechsel der Gebirgsformationen entweder durchgängig lauter neue organische Arten sich einstellen, oder dass doch, wenn sich darunter solche einfinden, die mit älteren identisch sein könnten, deren eine ausserordentlich geringe Anzahl ist, wobei immer noch der Zweifel bestehen bleibt, ob nicht in den weichen und daher nicht konservirbaren Theilen spezifische Unterschiede obgewaltet haben können. Man ist deshalb im Allgemeinen zu der Behauptung berechtigt, dass mit dem Wechsel der Formationen jedesmal eine neue Thier- und Pflanzenwelt, aber nur als eine vorübergehende Erscheinung, erschaffen worden sei.

Nach der gewöhnlichen Ansicht denkt man sich die organischen Geschöpfe der Urwelt als gleicher Bestimmung und unter gleichen Lebensverhältnissen wie die der jetzigen Weltperiode; ihr Untergang wird als ein zufälliger, durch das Eintreten neuer Erdrevolutionen herbeigeführter betrachtet. Man begegnet wohl auch der Meinung, als habe die schöpferische Macht ihre Kunstfertigkeit an den erst geschaffenen Thieren und Pflanzen erproben wollen und alsdann, von diesem ersten Ergebniss nicht befriedigt, in immer anderen und mehr gesteigerten Schöpfungen sich versucht, bis ihr zuletzt die dermalige genügt und sie mit dieser ihre Produktionen geschlossen habe.

Die letztere Behauptung müssen wir als eine der Macht und Weisheit des Schöpfers durchaus unwürdige geradezu verwerfen. Von einer Potenz, die im Stande war, das ungleich Schwierigere zu Stande zu bringen: aus Nichts das Etwas zu erschaffen, dürfen wir auch mit aller Zuversicht erwarten, dass sie letzteres, wenn es ihr beliebte, auch gleich in seiner höchsten Vollendung hätte darstellen können. Aber die organische Welt sollte ähnliche Evolutionen wie die unorganische durchmachen, und die Entwickelung ihrer höheren Abtheilungen war zugleich an die allmählige Herbeiführung all der tellurischen und atmosphärischen Verhältnisse geknüpft, die für deren Existenz unumgänglich erforderlich waren. Nicht Revolutionen, sondern Evolutionen des Erdkörpers waren es, die einen früheren Zustand beseitigten und einen neuen herbeiführten, in dessen Folge der ganze frühere Bestand an Organismen geändert und ein anderer hergestellt wurde. Der Untergang der älteren Schöpfung organischer Wesen war daher kein unvorhergesehener, kein durch unerwarteten Umsturz herbeigeführter; er war vielmehr ein nothwendiger, weil mit dem Schwinden der Bedingungen, unter welchen sie entstand, und mit dem Eintritt einer neuen Evolution in der fortschreitenden Ausbildung der Erdoberfläche auch die zur Forterhaltung der früheren organischen Welt erforderlichen Verhältnisse umgeändert wurden, dieser daher schon vom Anfange an nur eine ephemere Existenz bestimmt war. Man ist deshalb nicht berechtigt, die Lebenserscheinungen der damaligen organischen Wesen unbedingt für die früheren geltend zu machen, denn es sind verschiedenartige Bedingungen, unter welchen beide ins Dasein gerufen wurden, und nur die jetzt lebende, und keineswegs

irgend eine der früheren, war bestimmt, Zeuge zu sein des Eintritts des Menschen in die Ordnung der Dinge und seiner Oberherrlichkeit untergeben zu werden. Die Thiere und Pflanzen der letzten Schöpfungsperiode sind keineswegs lediglich um ihrer selbst willen erschaffen worden, sondern sie gehören mit zu der Ausstattung, die der Mensch bei seiner Erschaffung aus Gottes Hand empfing, und ihre Geschichte ist hiemit an die des Menschen geknüpft.

Noch ist einer irrigen Meinung zu begegnen, die häufig unter den Laien in der Naturwissenschaft verbreitet ist. Man stellt sich nämlich die Thiere und Pflanzen der Urzeit als etwas ganz Ungeheuerliches sowohl nach ihren Dimensionen als nach ihren Formen vor. Beides ist nicht begründet. Allerdings kommen viele kolossale und abentheuerliche Typen vor, die in der jetzigen Weltperiode nicht Ihresgleichen finden; dafür leben aber unter unsern Augen andere, die jenen in beiderlei Beziehungen nicht nachstehen. Und wenn es auch richtig ist, dass die älteren Arten vor dem Eintritt der jetzigen Weltordnung erloschen, ja ganze Gattungen und Familien ausgestorben sind; so leben doch selbst dermalen noch Arten, deren Gattungen wenigstens schon in den ersten Zeiten organischen Lebens repräsentirt waren, und ausserdem sind denn doch auch die auffallendsten Formen aus den ältesten Perioden nicht in einem solchen Grade von den lebenden abweichend, dass wir sie nicht in die grossen Rahmen der Klassenabtheilungen der letzteren einfügen könnten. Es verhält sich mit der Verschiedenartigkeit der älteren Fauna und Flora in ähnlicher Weise wie mit der der sie zugleich begleitenden Gebirgsformationen; jede der letzteren hat einen eigenthümlichen Gesteinscharakter und gleichwohl geht durch die gesammten Sandstein- wie durch die Kalkstein-Formationen ein gemeinsamer Grundzug hindurch.

Nach dieser allgemeinen Einleitung gehen wir nun über zur speziellen Betrachtung der wichtigsten organischen Formen, deren Ueberreste uns im Uebergangsgebirge vorliegen; zuvörderst aber haben wir noch die zwei Hauptgruppen, in welche sie nach ihren Altersverhältnissen vertheilt werden, kennen zu lernen.

Man hat nämlich das ganze Uebergangsgebirge, nach dem Vorgange englischer Geognosten, insbesondere MURCHISON's, in zwei Abtheilungen geschieden: in die silurische und in die devonische Gruppe; jene ist die ältere, die daher unmittelbar auf das Urgebirge folgt, diese die jüngere, welche, wo jene zugleich mit auftritt, auf selbiger aufruht. * Ein petrographischer Unterschied zwischen beiden besteht nicht, so dass also Thonschiefer, Grauwacke und Kalkstein der einen oder der andern Abtheilung angehören kann, auch gehen die

* Die Benennung silurisch bezieht sich auf den Umstand, dass die ihr zugehörigen Gesteine in demjenigen Theile Englands, der von den alten Silurern bewohnt wurde, eine besondere Entwickelung erreichen. Der Name devonisch ist hergenommen von der englischen Grafschaft Devonshire. Sonst unterschied man auch noch eine kambrische Gruppe, die aber jetzt mit der silurischen vereinigt wird und deren ältestes Glied ausmacht.

Gesteine beider an den Grenzen öfters unmittelbar ineinander über, so dass zwischen beiden Gruppen lediglich das Vorkommen gewisser Petrefakten den Anhaltspunkt zur Unterscheidung giebt. Zum devonischen Systeme wird auch in England ein eigenthümlicher Sandstein, der *old red sandstone*, gerechnet, obwohl diese Zusammenstellung noch nicht vollgültig gerechtfertigt ist.

Die silurische Gruppe ist insbesondere in England, Skandinavien, Russland, Nordamerika und Böhmen in ausserordentlicher Mächtigkeit, mitunter bis zu 10,000 Fuss reichend, verbreitet. In Deutschland tritt sie nur sehr spärlich und beschränkt auf, z. B. in Thüringen, dem Reussischen, in Oberfranken, am Harze; man kennt sie aber auch aus dem Himalaya, Marokko und Neuholland. — Die devonische Gruppe bedeckt in Russland einen Flächenraum von 7000 Quadratmeilen, ist auch in England, Belgien und Deutschland [am Niederrhein, Harz, Oberfranken] weit verbreitet, nicht minder in Nordamerika, auch aus Nordafrika, vom Kap und Kleinasien bekannt.

α) Die Flora.

Pflanzenüberreste sind im Uebergangsgebirge nur spärlich zu finden, und um es gleich von vorn herein bemerklich zu machen, geht ein gemeinsamer Grundzug von den ältesten Pflanzen an bis hinauf zu denen des Rothliegenden und des Zechsteins hindurch, so dass, da auch in den Thierresten dieser grossen Abtheilung ein gewisser allgemeiner Typus, wenn gleich in zahlreichen und mannigfaltigen Ausschreitungen, sich wahrnehmen lässt, einige Paläontologen die Thier- und Pflanzenwelt der Uebergangs-, Steinkohlen- und Zech-Formation mit dem allgemeinen Namen der paläozoischen Gruppe bezeichneten.

Die genauesten Untersuchungen über die urweltliche Flora des Uebergangsgebirges verdanken wir Goeppert.* Die höheren Pflanzen fehlen ganz und nur Kryptogamen kommen zum Vorschein. In der silurischen Gruppe fehlen überdies, zugleich mit den Landthieren, alle Landpflanzen, nur Meerespflanzen sind vorhanden, und mit Fukoiden beginnt die erste Vegetation.** Auch in der devonischen Gruppe sind die Seepflanzen vorwiegend; Landpflanzen kennt man aus derselben in Europa nicht oder sie sind doch wenigstens sehr zweifelhaft, dagegen sind solche, den Gattungen *Knorria*, *Sagenaria*, *Sphenopteris* und *Sigillaria* angehörig, in Nordamerika gefunden worden.

β) Die Fauna.

So kümmerlich die urweltliche Flora des Uebergangsgebirges bestellt ist, so überreich ist dagegen die in seinem Schoosse aufbewahrte

* Fossile Flora des Uebergangsgebirges, im Supplem. zum XXII. Bande der *Nov. act. acad. nat. curios.* 1852. Goeppert zählt zum Uebergangsgebirge auch noch den Bergkalk, die Posidonomyenschiefer und die jüngere Grauwacke des Harzes, Sachsens und Schlesiens, die F. Roemer u. A. der Steinkohlen-Formation zuweisen.

** Nach Sharpe und Bunbury sollen indess in Portugal zugleich mit entschieden silurischen Thierüberresten grosse Kohlenlager und Landpflanzen vorkommen.

Fauna, und zwar tritt diese mit Repräsentanten aus den vier grossen Hauptabtheilungen der Klassen des Thierreichs: den Wirbelthieren, Weichthieren, Gliederthieren und Strahlthieren zugleich auf. Alle sind Wasser- und zwar vielleicht ohne Ausnahme Meeresbewohner.

Unter den Wirbelthieren fehlen die beiden Klassen der warmblütigen Thiere: die Säugthiere und Vögel, ganz. Nicht viel besser steht es mit den Reptilien, denn erst in jüngster Zeit ist ein Anzeichen derselben, und zwar nur im alten rothen Sandstein [*old red*] von Schottland, entdeckt worden. Dasselbe besteht in dem Abdrucke eines grossen Theils des Skeletes und einem Stück des Schädels, misst 6 bis 7″, hat im Allgemeinen das Ansehen einer kleinen Eidechse, zeigt aber im Einzelnen auch Merkmale von Wassersalamandern. MANTELL gab diesem, bis jetzt ältesten Reptil den Namen *Telerpeton elginense.* — Die Ueberreste von Fischen gehören blos den beiden Ordnungen der Plakoiden und Schmelzschupper [Ganoiden] an, und stellen sich erst in den obern Schichten der silurischen Gruppe ein, in vereinzelten Fragmenten, Flossenstacheln [Ichthyodorulithen] von *Onchus Murchisonii, tenuistriatus* und *decorus.* Auch die eigentliche devonische Gruppe ist noch sehr arm an Fischresten, desto häufiger sind sie in dem sogenannten *old red*, aus dem schon über hundert Arten bekannt wurden, meist von sehr seltsamen abnormen Formen, wie z. B. die Gattungen *Pterichthys*, *Coccosteus*, *Cephalaspis*, *Holoptychius*, *Placosteus.*

Gegen die dürftige Entwickelung der Wirbelthiere sticht die Ueberfülle von Weichthieren in auffallendster Weise ab, und zwar ist es gleich deren höchste Abtheilung, die der Kopffüsser, welche an Mannigfaltigkeit der Formen und an Anzahl der Arten Alles weit übertrifft, was davon dermalen in unsern Meeren lebt. Der gleiche Fall findet für die Armfüsser [*Brachiopoda*] statt, während die Schnecken und Muscheln eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Von Gliederthieren werden Insekten und Arachniden ganz vermisst; von Krustenthieren fehlen die typischen Krebse [*Decapoda*], dafür stellt sich eine andere, dermalen nicht mehr lebende Ordnung, die Trilobiten, in einer überaus grossen Anzahl von Formen und Individuen ein. Unter den Strahlthieren ist der fast gänzliche Mangel an Seeigeln bemerkenswerth, deren Ausfall dagegen überreichlich durch die Krinoideen ersetzt wird; auch die Korallen kommen zahlreich vor.

Wenn gleich die thierischen Versteinerungen des Uebergangsgebirges einen den beiden grossen Gruppen desselben gemeinsamen Charakter tragen, so findet sich doch zwischen ihnen bezüglich des Auftretens der Arten, weit weniger der der Gattungen, eine grosse Differenz, indem nur äusserst wenige Spezies beiden Abtheilungen zugleich zuständig sind, so dass sie nach dieser Verschiedenartigkeit leicht zu unterscheiden sind. Von dieser Eigenthümlichkeit jeder der beiden Gruppen ist daher noch einiges Nähere anzugeben, wobei blos Rücksicht auf die wirbellosen Thiere zu nehmen ist.

†) Silurische Versteinerungen.

1. Kopffüsser. Von den zahlreichen Arten der Orthoceratiten sind *Orthoceras vaginatum* und *duplex* eigenthümliche silurische Formen; eben so die Gattung *Lituites*. Ammoneen fehlen ganz.

2. Armfüsser. *Obolus* und *Siphonetra* sind eigenthümlich; von *Pentamerus* treten wenigstens alle grösseren Arten hier auf und nur *P. galeatus* kommt auch noch in devonischen Schichten vor. *Orthis* erscheint in zahlreichen Arten, darunter *O. calligramma, flabellum, grandis* u. s. w. eigenthümlich. Bemerkenswerth ist es, dass die noch in unsern Meeren lebenden Gattungen *Terebratula, Lingula* und *Orbicula* in der silurischen Gruppe bereits repräsentirt sind.

3. Gliederthiere. Die Trilobiten sind sowohl nach der Zahl der Gattungen als der Arten am häufigsten in der silurischen Gruppe, darunter eigenthümlich *Paradoxides, Asaphus, Illaenus, Trinucleus, Calymene.*

4. Strahlthiere. Unter den überaus zahlreichen Krinoideen ist die Abtheilung der Cystideen [mit Ausnahme einer devonischen Art von *Agelacrinus*] ausschliesslich silurisch; besonders wichtig ist wegen seiner Häufigkeit *Echinosphaerites*. Von den zahlreichen Gattungen der echten Krinoideen sind *Dimerocrinus, Glyptocrinus, Sagenocrinus* u. s. w. eigenthümlich. Seeigel fehlen ganz. — Von Korallen sind ausschliesslich silurisch *Syringophyllum*, *Strombodes* und *Catenipora*, ferner die sonderbaren und zugleich sehr häufigen Graptolithen.

††) Devonische Versteinerungen.

1. Kopffüsser. Neben mancherlei Formen der Orthoceratiten tritt hier die Nautiliten-Gattung *Clymenia* auf und ist als ganz auf die devonische Gruppe beschränkt für diese sehr charakteristisch. Zum ersten Male erscheinen die Ammoneen mit der Gattung *Goniatites*, die indess auch noch in den späteren Formationen vorkommt; eigenthümlich sind *G. undulosus*, *sulcatus*, *globosus* u. s. w.

2. Armfüsser. Ausschliesslich devonisch sind *Stringocephalus, Uncites* und *Davidsonia*; ferner *Spirifer speciosus, macropterus, ostiolatus, calcaratus.*

3. Gliederthiere. Die Trilobiten fangen bereits an sich zu vermindern, und keine Gattung ist ausschliesslich devonisch; sehr weit verbreitet ist *Phacops latifrons.*

4. Strahlthiere. Die Seeigel sind durch einzelne Stacheln angedeutet. Zahlreich sind die echten Krinoideen mit grossen Armen, darunter *Cupressicornis, Ctenocrinus*, *Melocrinus* und *Haplocrinus* eigenthümlich. Die in der Grauwacke sehr häufigen Schraubensteine sind Steinkerne oder Abdrücke des Stiels von *Cyathocrinus pinnatus*; die einzelnen Glieder des Stiels sind als Trochiten oder Bonifacius-Pfennige bekannt. — Unter den Korallen sind besonders *Stromatopora polymorpha* und *Receptaculites Neptuni* bezeichnend.

III. Klasse.

Das Flötzgebirge.

Das Flötzgebirge besteht aus einem mannigfaltigen Wechsel von Kalkstein- und Sandstein-Ablagerungen und überdies am Anfange mit der mächtigsten Bildung von Steinkohlen. Wenn im Uebergangsgebirge die granitischen Felsarten [Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Syenit] durch häufige Wiederkehr zu den wesentlichen Bestandtheilen desselben mitgehören, so verschwinden sie im Flötzgebirge in der Regel ganz, oder zeigen sich doch nur in sehr spärlichen Fällen, und ihre Lagerungsverhältnisse sind überdies noch nicht zur vollen Evidenz gebracht. Vom Uebergangsgebirge ist es theils scharf geschieden, theils an den beiderseitigen Grenzen mit ihm in inniger Verbindung, so dass eine scharfe Abgrenzung im Allgemeinen nicht zu ziehen ist. Am bezeichnendsten für das Flötzgebirge ist sein regelmässiger und vielmaliger Wechsel von Kalkstein- und Sandstein-Bildungen, und seine Trennung vom Uebergangsgebirge durch die mächtigste Ablagerung von Mineralkohlen, den eigentlichen Steinkohlen.

Man theilt das Flötzgebirge gewöhnlich in 5 Formationen, indem man theils in Hinsicht auf Wechsellagerung, theils auf Uebereinstimmung in gewissen typischen Versteinerungen angrenzende Kalkstein- und Sandstein-Ablagerungen in Verbindung miteinander bringt, und zwar in nachstehender Weise von unten nach oben gezählt:

Formation	Glieder
I. Steinkohlen-Formation.	1. Bergkalk. 2. Kohlenführendes Gebirge.
II. Zech-Formation.	3. Rothliegendes. 4. Zechstein.
III. Trias-Formation.	5. Buntsandstein. 6. Muschelkalk. 7. Keupersandstein.
IV. Jura-Formation.	8. Schwarzer Jura [Liaskalk]. 9. Brauner Jura [Liassandstein]. 10. Weisser Jura. 11. Wälderthon.
V. Pläner [Kreide]-Formation.	12. Plänersandstein [Quadersandstein]. 13. Plänerkalk [Kreide].

Nach dieser Anordnung wird die nachfolgende Schilderung des Flötzgebirges abgehandelt werden. *

* Diese Schilderung kann schon der Kürze wegen, mit der sie hier behandelt werden muss, nur auf die allgemeine Norm, in welcher das Flötzgebirge sowohl nach der Beschaffenheit seiner Gesteine als seiner charakteristischen Petrefakten auftritt, Rücksicht nehmen. Es muss jedoch bemerklich gemacht werden, dass nach der Verschiedenheit der Lokalitäten auch eigenthümliche Abweichungen eintreten. Dies gilt insbesondere für den Felsbau der Alpen, insoweit selbiger aus versteinerungsführen-

I. Die Steinkohlen-Formation.

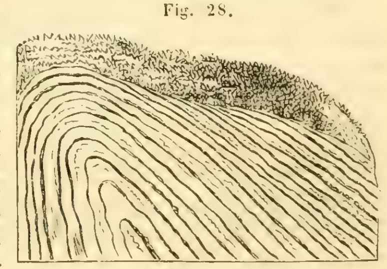
Das bezeichnendste, wenn auch nicht das mächtigste Glied dieser Formation ist die Steinkohle selbst, die in mannigfaltigem Wechsel mit Schieferthon und Sandstein auftritt; als unterstes Glied erscheint ein eigenthümlicher, auf der devonischen Gruppe unmittelbar aufruhender Kalkstein, der Berg- oder Kohlenkalk. Darnach theilt sich diese Formation in zwei Gruppen: die untere oder der Kohlenkalk [Bergkalk], und die obere oder das kohlenführende Gebirge; beide unterscheiden sich auch paläontologisch, indem die erstere nur Meeresthiere, die andere nur Landpflanzen und einzelne Süsswasser- und Landthiere einschliesst.

1. Der Kohlen- oder Bergkalk.

Der Kohlenkalk ist gewöhnlich blaulich- oder schwärzlichgrau, was einerseits ins Schwarze, andererseits ins Weisse übergeht, selten kommen rothe Farben vor. Er ist dicht bis krystallinisch-körnig, zuweilen oolithisch und breccienartig, beim Reiben öfters stinkend, und von weissen Kalkspathadern durchzogen; er wird in den festen Abänderungen als Marmor wie der Uebergangskalk, mit dem er nicht zu verwechseln ist, benutzt.

Gewöhnlich ist der Kohlenkalk deutlich geschichtet und seine Schichten liegen unmittelbar übereinander; bisweilen sind sie aber auch durch Zwischenlagen von Schieferthon, oder Kieselschiefer, oder Sandstein voneinander geschieden. Die Schichten sind wagerecht oder mehr oder weniger geneigt; oft aber auch mannigfaltig gebogen und gekrümmt und zwar, was Beachtung verdient, ohne dass die Schichten dadurch gebrochen wurden.* Das Gestein ist oft vielfach zerklüftet und bildet pittoreske Felsen; dabei umschliesst es häufig Höhlen, mitunter von höchst bedeutender Ausdeh-

Fig. 28.



den Formationen besteht. Obwohl nämlich die Alpen im Allgemeinen eine den übrigen Gebirgen analoge Zusammensetzung ihres Felsgebäudes haben, so zeigen sie doch auch viele Eigenthümlichkeiten und Abweichungen von dem gewöhnlichen Typus. Dies spricht sich nicht blos in der Gesteinsbeschaffenheit, sondern auch im Charakter der Versteinerungen aus, indem mitunter sogar solche Petrefakten, die anderwärts an verschiedene Formationen vertheilt sind, hier auf einem und demselben Lager vereinigt gefunden werden. Bei der Schwierigkeit, welche die Massenhaftigkeit der Alpengebirge der Erforschung ihrer geognostischen Konstruktion bereitet, ist es nicht zu verwundern, dass es zur Zeit noch nicht gelungen ist, die letztere mit voller Sicherheit zu ermitteln. Dies ist auch der Grund, warum hier auf den Felsbau der Alpen nicht näher eingegangen wird: man muss warten, bis die hierüber bestehenden Meinungsdifferenzen durch fernere Beobachtungen sich ausgeglichen haben; einstweilen genügt es zu wissen, dass im Allgemeinen auch diese Gebirge nach einem den übrigen analogen, wenn schon mannigfach modifizirten Typus aufgebaut sind.

* Leonh. Lehrb. d. Geognos. u. Geol. S. 489.

nung. Bisweilen wird es thonig oder kieselig und scheidet Hornstein-Nieren aus, die allmählig in Schichten von Kieselschiefer übergehen. Manche Schichten des Kohlenkalks sind dolomitisch, aber auch eigentlicher Dolomit kommt in mehr oder minder mächtigen Lagern vor; weit seltener ist Gips und Anhydrit.

Der Kohlenkalk ist am mächtigsten verbreitet in England, Belgien, Russland und Nordamerika, wo er ganze Gebirge bildet; in untergeordneten Lagern und Stöcken kommt er in Oberfranken und Schlesien vor. Wo seine Ausbreitung am bedeutendsten ist, erlangt er auch eine beträchtliche Mächtigkeit, die nicht selten an 1000 Fuss und darüber beträgt. Seine Zuständigkeit zur Steinkohlen-Formation wird dadurch erwiesen, dass er mitunter auf seiner obern Grenze in Wechsellagerung mit der kohlenführenden Gruppe tritt oder sogar von Abtheilungen derselben unterlagert wird.

Noch ist bemerklich zu machen, dass die Gesteine, welche GOEPPERT als Posidonomyen-Schiefer und als jüngere Grauwacke des Harzes, Sachsens und Schlesiens [analog dem Liegenden der englischen Kohlenformation] mit dem Uebergangsgebirge in Verbindung brachte, jetzt gewöhnlich von demselben getrennt und als Aequivalente des eigentlichen Kohlenkalkes angesehen werden.

2. Das kohlenführende Gebirge.

Diese Abtheilung begreift die obere Gruppe der Steinkohlenformation und besteht aus einem vielfachen Wechsel von Steinkohlen-, Schieferthon- und Sandstein-Flötzen, über welche das Nothwendige schon im Vorhergehenden früher bemerklich gemacht worden ist.

Pflanzen-Versteinerungen der Steinkohlen-Formation.

Der Kohlenkalk enthält wenig vegetabilische Ueberreste und darunter nichts Eigenthümliches; die Hauptsache ist das kohlenführende Gebirge und in diesem wieder der Schieferthon, in welchem die Pflanzen am schönsten aufbewahrt sind. Bei einem ungeheuern Reichthum an Arten und Individuen herrscht doch eine grosse Einförmigkeit im Vergleich zu der Mannigfaltigkeit, welche die jetzige Vegetation der Erdoberfläche nicht blos in den tropischen, sondern auch in den gemässigten Gegenden darbietet. Die echten Dikotyledonen fehlen ganz, Monokotyledonen sind nur unvollständig gekannt und überdies noch zweifelhaft, Nadelhölzer, z. B. [*Araucarites carbonarius*] sind sehr spärlich vorhanden; so sind es denn die Kryptogamen, die in der Steinkohlenformation die Hauptmasse der Vegetabilien bilden, eine grosse Mannigfaltigkeit meist ausgestorbener Formen darbieten, und mitunter mächtige Baumstämme entwickeln, die aber kümmerliche Kronen trugen, so dass ein solcher Urwald aus, wenn auch kolossalen, doch strunkartigen Bäumen einen unerfreulichen Kontrast mit unsern laubgekrönten Waldungen abgeben müsste.

Um einiges Nähere anzugeben, so fällt gleich der grosse Reichthum an Farrnkräutern auf [*Cyclopteris*, *Neuropteris*, *Odontopteris*, *Sphenopteris*, *Pecopteris* u. s. w.]; als abweichende, aber sehr charakteristische Form ist die Gattung *Noeggerathia* anzuführen. Stämme von Farrn sind nicht häufig; die stammbildenden Pflanzen gehören hauptsächlich den Familien der Equisetiten, Lepidodendreen und Sigillarien an.

Die Equisetiten aus den Gattungen *Equisetites* und *Calamites*, von denen letztere am artenreichsten ist, sind in der jetzigen Periode durch die Schachtelhalme repräsentirt, die freilich nur zwerghaft erscheinen gegen die kolossalen Formen der Urwelt, deren Schafte mitunter einen Durchmesser von einem halben bis ganzen Fuss erreichen. Die Stämme sind meist plattgedrückt und im Schieferthon öfters massenhaft angehäuft. Die Asterophylliten, Annularien und sogenannten Hippuriten scheinen Aeste, Zweige und Blüthenquirle von Kalamiten zu sein.

Von grosser Wichtigkeit ist die Familie der Sigillarien mit der Hauptgattung *Sigillaria* in zahlreichen Arten und der eng verwandten Gattung *Syringodendron*, so wie der *Stigmaria*, welche letztere von manchen Botanikern blos für den Wurzelstock der ersteren gehalten wird. Hohe ungegliederte Stämme, die eine Länge von wenigstens 60 Fuss und eine Dicke von 3 bis 5 Fuss erreichen konnten, die aber einen kümmerlichen Gipfel mit wenigen gablig gespaltenen Zweigen trugen. Wenn die Stämme horizontal liegen, sind sie flach gedrückt; wenn sie aber, wie es nicht selten in den Sandsteinen vorkommt, aufrecht stehen, sind sie rund. — Im äussern Habitus und in der Grösse den Sigillarien nahe stehend sind die Schuppenbäume [*Lepidodendron*], ebenfalls zahlreich an Arten und mit dürftiger Krone; sie erreichen mitunter eine bedeutende Grösse, da man Stämme von 12 Fuss Umfang kennt, deren Höhe demnach an 100 Fuss betragen haben mochte. Die Stämme der Sigillarien und Schuppenbäume kommen in grosser Häufigkeit vor und machen einen Hauptbestandtheil vieler Kohlenflötze aus.

Thier-Versteinerungen.

Spärlich in der kohlenführenden Gruppe auftretend, sind sie dagegen ziemlich zahlreich im Bergkalke vorhanden und zwar im letzteren durchgängig als Meeresbewohner sich kundgebend.

1. Wirbelthiere. Warmblütige fehlen ganz: dagegen sind in neuerer Zeit mehrere Ueberreste von Reptilien in der kohlenführenden Gruppe entdeckt worden. Am genauesten gekannt ist der *Archegosaurus* in etlichen Arten [z. B. *A. Decheni* und *latirostris*] aus der Steinkohle von Saarbrücken, wo er nicht selten in Thoneisenstein-Nieren vorkommt. Die grössten Schädel erreichen eine Länge von 9—10″. Er ist ein Glied aus der eigenthümlichen Familie der Labyrinthodonten, die eine Mittelbildung zwischen Batrachiern und Sauriern darstellt. Wahrscheinlich derselben Familie, vielleicht derselben

Gattung angehörig ist das aus der Steinkohle von Neuschottland stammende *Dendrerpetodon acadianum;* hieher gehörig ist wohl auch der im englischen Kohlenschiefer gefundene *Parabatrachus Colei* und der ebenfalls neuschottländische *Baphetes planiceps.** *Apateon pedestris* aus den Kohlenschiefern von Münsterappel in Rheinbayern von 16‴ Länge ist zu undeutlich erhalten, als dass es sicher einer Familie zugetheilt werden könnte.

Von Fischen, von welchen Agassiz bereits 152 Arten aufzählt, haben sich im Kohlenkalke fast nur Flossenstacheln [Ichthyodorulithen] und Zähne erhalten; erstere wurden an die Gattungen *Oracanthus, Onchus, Ctenacanthus, Gyracanthus* u. s. w., letztere an verschiedene Gattungen der Cestracionten und Hybodonten vertheilt. Ganze Abdrücke von Fischen haben sich in den Schieferthonen der Kohlengruppe, hauptsächlich in deren Thoneisenstein-Nieren vorgefunden, die den Familien der Lepidoiden [z. B. *Amblypterus, Palaeoniscus, Catopterus*], Sauroiden [z. B. *Pygopterus, Megalichthys*] und Cölacanthien [z. B. *Holoptychius, Coelacanthus*] angehören. Ein Unterschied zwischen Meeres- und Süsswasser-Fischen besteht nicht.

2. Weichthiere. Neben den Kopf- und Armfüssern erlangen nunmehr auch die Schnecken und Muscheln eine grössere Bedeutung. Unter den ersteren sind die Nautileen vorzüglich durch *Orthoceras, Gyroceras* und *Nautilus* [z. B. *N. globatus, cyclostomus*] und die Ammoneen durch *Goniatites* [z. B. *G. sphaericus, Listeri, diadema*] vertreten.

Von Armfüssern ist am wichtigsten die zahlreiche Gattung *Productus,* indem sie fast ganz dem Kohlenkalk angehört und nur wenige Arten sich in der devonischen Gruppe und in der Zechformation einfinden; unter den eigenthümlichen Spezies sind besonders hervorzuheben wegen ihrer weiten Verbreitung *P. plicatilis, semireticulatus, striatus, latissimus, giganteus.* Zahlreich sind auch die *Spirifer*, unter denen *Sp. striatus* nicht blos eigenthümlich, sondern auch sehr weit verbreitet ist.

Unter den Muscheln gehören zu den bezeichnenden Arten *Posidonomya vetusta* und *Becheri*, so wie *Conocardium hibernicum*, unter den Schnecken *Euomphalus pentangulus, acutus, Dionysii,* unter den Heteropoden *Bellerophon costatus, hiulcus.*

3. Gliederthiere. In der kohlenführenden Gruppe sind einige Ueberreste von Insekten entdeckt worden und gehören zu den Familien der Schaben [*Blatta*] und Termiten; ausserdem kennt man noch zwei Skorpione. — Die Trilobiten sind blos noch auf die 2 Gattungen *Phillipsia* und *Griffithides* mit wenigen und überdies kleinen Arten beschränkt. Ausser einigen andern Crustaceen ist besonders bemerkenswerth das Vorkommen der Gattung *Limulus* im englischen Kohlenschiefer.

4. Strahlthiere. In ungeheurer Häufigkeit stellen sich die Krinoiden im Kohlenkalk ein, so dass sie oft ganze Schichten zu-

* Jahrb. f. Mineralog. 1853. S. 511, 623; 1854. S. 633.

sammensetzen. Zwar ist von ihnen die Familie der Cystideen, welche in der silurischen Gruppe so mächtig entwickelt ist, bereits ganz erloschen, auch fehlen von den echten Krinoiden mit grossen Armen die für die devonische Gruppe so wichtigen Gattungen wie *Cupressocrinus, Ctenocrinus, Eucalyptocrinus, Melocrinus*, dagegen sind andere Gattungen derselben, z. B. *Actinocrinus, Amphoracrinus, Platycrinus, Cyathocrinus, Poteriocrinus*, mit meist zahlreichen Arten vorhanden, und die dritte Familie, die der Blastoideen, gehört fast ganz dem Kohlenkalk an, und insbesondere ist für denselben von grosser Wichtigkeit die Gattung *Pentatrematites*. — Auch die Korallen sind zahlreich im Kohlenkalk vertreten; von Foraminiferen ist die *Fusulina cylindrica* in Russland und Nordamerika oft in ungeheurer Menge zu finden.

II. Die Zech-Formation.

Diese Formation, welche nur in Deutschland, England und Russland zur deutlichen Entwickelung gelangt, besteht aus zwei verschiedenen Gesteinsmassen, nämlich einer Sandsteinbildung, dem Rothliegenden, und einer Kalkbildung, dem Zechsteine. In Deutschland und England sind diese beiden Felsarten ganz voneinander geschieden, indem der Sandstein die untere, der Kalkstein die obere Stelle einnimmt; in Russland dagegen treten die dem Rothliegenden entsprechenden Sandsteine und die dem Zechsteine entsprechenden Kalksteine ohne bestimmte Ordnung in Wechsellagerung miteinander. Während daher beide Gebirgsarten in jenen Ländern als gesonderte Formationen sich darstellen, zeigen sie sich dagegen in Russland zu einer einzigen vereinigt; und dies ist auch der Grund, weshalb sie jetzt allgemein als eine einheitliche Formation betrachtet werden, der man gewöhnlich den Namen der permischen Formation beilegt, weil sie besonders im russischen Gouvernement Perm entwickelt ist; ein Name, der nicht sehr glücklich gewählt ist und durch die ältere Benennung Zechformation ersetzt werden kann.

1. Das Rothliegende.

Das Rothliegende, oder wie es der thüringische Bergmann nennt, Rothes-Todtes-Liegendes, weil unterhalb des Weissliegenden in dem rothen Sandstein die Erzführung des aufliegenden Kupferschiefers aufhört, ruht, wo das ältere Flötzgebirge vollständig entwickelt ist, unmittelbar auf der Steinkohlen-Formation, der man es auch früher als ihre obere Abtheilung zutheilte. Diese Ansicht hat allerdings auch eine gewisse Berechtigung, da nicht nur häufig beide Formationen einander begleiten, sondern es mitunter sogar vorkommt, dass die untere Abtheilung des Rothliegenden kohlenführende Lager, ähnlich denen des Steinkohlengebirges, enthält. Weist man dann aber auf die Verschiedenheit der Versteinerungen hin, so kann dieses Argument leicht dadurch beseitigt werden, dass in der Flora beider Formationen doch ein gemeinsamer Grundzug hindurchgeht, und dass selbst im

Steinkohlengebirge in den obern Stockwerken andere Arten als in den untern sich einstellen. Betrachtet man jedoch die vorhin angeführten Verhältnisse in Russland und erwägt man ferner den Umstand, dass das Rothliegende öfters in abweichender und übergreifender Lagerung auf dem Steinkohlengebirge aufruht oder auch ganz ausfällt, wo letzteres vorhanden ist, so kann man es bei der jetzt üblichen Vereinigung dieses Sandsteines mit dem Zechsteine belassen; nur darf man nicht vergessen, dass im Systeme die Trennung von der Kohlenformation schärfer ausgesprochen ist als in der Natur.

Die vorherrschende Farbe des Rothliegenden [*lower new red sandstone* der Engländer] ist die rothe, doch kommen auch röthlichgraue, lichtgraue, grünlichgraue und weissliche Farben vor, theils nur stellenweise, theils in ganzen Lagern. Die obersten Lagen der ganzen Sandsteinbildung sind in der Regel hellfarbig und führen davon den Namen Weissliegendes oder Grauliegendes.

Das Rothliegende ist hinsichtlich seines Kornes sehr verschieden. Häufig bildet es Konglomerate, deren Fragmente von höchst beträchtlichen Dimensionen bis zur Nussgrösse herabsinken und durch ein kieseliges oder thoniges Cäment verbunden sind. Sie können aus allen älteren und gleichzeitigen Gesteinen bestehen, aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke, Syenit, Porphyr, Grünstein, Quarz u. s. w., sind in der Regel abgerundet und werden daher gewöhnlich als Geschiebe, die aus den benachbarten Gebirgsbezirken abstammen, angesehen. * Hieher gehört auch das schon früher erwähnte Hornquarzkonglomerat am Harze, zu dessen eigenthümlichen Quarz-Sphäroiden kein anstehendes Quarzgestein ermittelt werden kann. Die Konglomerate sind häufig deutlich geschichtet und Schichten von gröberem und feinerem Korne wechseln miteinander oder mit Sandstein und Schieferletten ab. Durch fortschreitende Verfeinerung des Kornes gehen die Konglomerate und Breccien allmählig in eigentliche Sandsteine über, deren Körner selten rund, meist eckig, zuweilen zu deutlichen Quarzkrystallen ausgebildet sind. Häufig sind Feldspathkörner eingesprengt oder zahlreiche Glimmerschuppen, wodurch eine Art Sandsteinschiefer entsteht.

Als untergeordnete Bildung erscheint der Schieferletten oder Röthelschiefer, ein gewöhnlich braunroth gefärbter, doch auch in lichten Farben vorkommender, geschichteter Schieferthon, der überdies das gewöhnliche Bindemittel für die Konglomerate und Sandsteine abgiebt, einerseits auch in letztere, andererseits in die Porphyr-Thonsteine übergeht. In den untern Abtheilungen der Sandsteinbildung kommen auch graue Schieferthone, zugleich mit grauen Sandsteinen, Brandschiefern und eigentlichen Steinkohlen vor, die nur durch ihre Einlagerung im Rothliegenden und durch die Ver-

* Zur Erklärung der Entstehung dieser sogenannten Geschiebe ist zu vergleichen: Mohs, Geognos. S. 207.

schiedenartigkeit ihrer Pflanzenreste von den ähnlichen Gesteinen des Steinkohlengebirges unterschieden werden können.

Zu den wesentlichen Gliedern des Rothliegenden gehören vor Allem die Porphyre und Melaphyre, insbesondere die ersteren, die theils als gewöhnliche Porphyre, theils als Porphyrkonglomerate und Thonsteine ihm auf das engste verbunden sind, wie dies schon früherhin gezeigt wurde, daher hier nicht weiter in Berücksichtigung zu ziehen sind.

Auch Kalksteine kommen in untergeordneten Lagern vor und zeigen nicht selten Ueberreste von Pflanzen und Fischen [*Palaeoniscus*]; sie gehen theils in Dolomite, theils in bituminösen Mergelschiefer über. Kupfererze gehen mitunter aus dem Kupferschiefer in das Weiss- und Grauliegende über; auch kleine Lager von Rotheisenerz und Röthel kommen hie und da vor als Ausscheidungen des Eisenoxyds, das dem Rothliegenden überhaupt die rothe Färbung ertheilt.

2. Der Zechstein.

Das Zechstein- oder Kupferschiefer-Gebirge [*Magnesian-limestone* der Engländer] ist dem Rothliegenden aufgelagert und ist hauptsächlich ein Kalkgebilde, das besonders in Deutschland an vielen Punkten, wenn auch in keiner besondern Mächtigkeit, vorkommt, z. B. Thüringen, Mannsfeld, Sachsen, Schlesien, Westphalen, Kurhessen [Allendorf, Riechelsdorf und Frankenberg], Spessart [Bieber, Kahl]. Als normaler Typus wird die Zechsteinbildung in Thüringen und Mannsfeld betrachtet, wo sie in folgender Gliederung auftritt.

†) Untere Abtheilung.

Besteht aus dem Kupferschiefer als untere, und dem Zechstein als obere Lage.

Der Kupferschiefer ist ein schwärzlicher, meist fester, im Bruche matter oder schimmernder Mergelschiefer, welcher keine Bittererde enthält und dessen unterste Schicht nur Kupferletten bildet. Er ist immer von Kohlenstoff und Bitumen durchdrungen, reich an verschiedenen Kupfererzen, die Gegenstand des Bergbaues sind und die ihm theils in feinster Vertheilung, theils deutlicher ausgeschieden beigemengt sind; selten kommen noch andere Erze nebenbei vor. In vielen Gegenden ist der Kupferschiefer ausserdem noch ausgezeichnet durch das häufige Vorkommen fossiler Fische, unter denen *Palaeoniscus Freieslebeni, Platysomus gibbosus* und *Pygopterus Humboldti* am häufigsten sind. Der eigentliche Kupferschiefer hat gewöhnlich nur eine Mächtigkeit von 10 bis 20 Zoll, selten von 2 bis 3 Fuss. Ueber ihm und unter dem Zechstein liegt eine Mittelbildung, das sogenannte Dachflötz, welches 4 bis 8 Fuss mächtig, ebenfalls bituminös und erzführend ist.

Der Zechstein ist ein grauer, fester, schwer zersprengbarer, etwas bituminöser Kalkstein, der deutlich geschichtet ist und sowohl

in Mergelschiefer als Rauchwacke übergeht. Seine Mächtigkeit beträgt gewöhnlich 15 bis 20 Fuss, kann aber mitunter aufs Vier- und Fünffache steigen. Er ist frei von Bittererde oder enthält nur unbedeutende Spuren. Unter seinen Versteinerungen sind besonders charakteristisch *Productus horridus* und *Spirifer undulatus*.

††) Obere Abtheilung.

Besteht aus dolomitischen Gesteinen [Rauchwacke, Rauhstein, Asche], Stinkstein und Gips, wozu mitunter auch noch Steinsalz kommt.

Die Rauchwake ist gewöhnlich grau bis schwarz, im Bruche splitterig bis feinkörnig, porös mit drusigen Zellen, von sehr verschiedenen Graden der Festigkeit und dolomitisch, wobei der Gehalt an kohlensaurer Bittererde sehr wechselnd ist, indem man bald nur Spuren, bald einen sehr bedeutenden Prozentgehalt findet. Wenn die Struktur deutlich krystallinisch-körnig wird, so geht die Rauchwacke in entschiedenen Dolomit über und führt den Namen Rauhstein, der undeutlich oder gar nicht geschichtet, dabei vielfach zerklüftet ist und in seinem Innern Höhlen von oft sehr beträchtlicher Ausdehnung enthält. Ein sehr merkwürdiges Gebilde ist die Asche, welche gewöhnlich zwischen der Rauchwacke und dem Stinksteine liegt, von grauer Farbe und aschenartiger lockerer Konsistenz ist, mitunter aber eine festere Beschaffenheit erlangt und dann in Rauhstein übergeht. Sie hat die normale Zusammensetzung des Dolomites.

Der Stinkstein ist bräunlichschwarz, was in lichtere Farben übergeht, feinsplitterig bis dicht, seltener oolithisch, halbhart, im Grossen schieferig, nicht dolomitisch und besonders kenntlich an dem widrigen urinösen Geruch, den er beim Reiben entwickelt. Er ist geschichtet, aber die Schichten sind häufig ausserordentlich gewunden und gefaltet. Bisweilen kommt er auch breccienartig vor.

Der Gips gehört ebenfalls den obern Abtheilungen an, obwohl er nicht überall vorhanden, dagegen an manchen Orten sehr beträchtlich ausgebildet ist. Er umschliesst öfters Höhlen, die unter dem Namen Kalkschlotten bekannt sind.

Steinsalz wurde nach den zahlreichen Salzquellen, welche den Zechstein begleiten, schon lange vermuthet, aber erst in neuerer Zeit wurde sein Vorkommen, und zwar oft in beträchtlicher Mächtigkeit, durch Bohrversuche nachgewiesen, so z. B. bei Langenberg unweit Gera, Artern in Thüringen, Stassfurth im Magdeburgischen, ferner bei Salzungen, Kissingen.

Die im Vorstehenden aufgeführte Anordnung der Zechsteinbildung, wie sie in Thüringen und im Mannsfeld'schen vorkommt, erleidet an andern Punkten in Deutschland einzelne Abweichungen. So z. B. ist bei Kahl im Spessart* der Kupferschiefer ganz versteinerungsleer,

* Vgl. meine Beiträge zur Kenntniss der Zechsteinformation des Spessarts in den Münchn. gel. Anzeig. XIII. S. 270.

und der Zechstein und Stinkstein kommen nur an einzelnen Stellen in schwachen Lagen vor, dagegen sind die dolomitischen Gesteine beträchtlich entwickelt und die Rauchwacke bildet mitunter einen ausgezeichneten Roggenstein und ihre Schichtung ist zuweilen von der höchsten Regelmässigkeit. Das Rothliegende ist blos durch eine schwache Schicht von Weissliegendem vertreten, das aus Quarzkörnern, Glimmer und mürbem Feldspath besteht und unmittelbar auf Gneiss oder Glimmerschiefer aufruht.

Versteinerungen.

1. Pflanzen. GOEPPERT * hat nach seiner neuesten Aufzählung in der Zechformation 213 Arten von fossilen Pflanzen nachgewiesen nach folgender Vertheilung:

Algae	2	*Stigmaria*	1
Equisetaceae	3	*Sigillariae*	2
Calamites	11	*Asterophyllites*	9
Filices	116	*Annulariae*	3
Lycopodiaceae	12	*Cycadeae*	7
Gramineae	1	*Walchieae*	6
Noeggerathia	5	*Cupressineae*	9
Palmae	3	*Abietineae*	9

Ausserdem noch von Gattungen unbestimmter Verwandtschaft: *Pachypteris* 5, *Aphlebia* 2 und *Steirophyllum* 1 Art.

Im Allgemeinen sind in der Zechformation noch die meisten Familien des Steinkohlengebirges repräsentirt, doch giebt es auch Eigenthümlichkeiten. Die Walchieen, welche gewissermassen die Lykopodiaceen mit den Koniferen verbinden, so wie die Kupressineen treten hier zum ersten Mal auf; zu letzteren gehören die sogenannten mannsfelder, ilmenauer und frankenberger Kornähren. Die Farrn mit baumartigen Stämmen sind häufig; von ihnen haben sich besonders bekannt gemacht die sogenannten Staarsteine, welche von Psaronien herrühren. Die Lykopodiaceen haben an Anzahl sehr abgenommen, noch mehr die Sigillarien. Beide Familien, so wie die Stigmarien, Nöggerathien, Asterophylliten, Annularien und Walchieen treten in dieser Formation zum letzten Mal auf. Mit den jüngeren Bildungen hat sie vielleicht gar keine Art mehr gemein, denn 3, die sie mit dem Keuper und eine, die sie mit dem Oolith gemein haben soll, bedürfen noch der Bestätigung; dagegen sind 26 Arten mit der Steinkohlengruppe identisch. Die Flora hat demnach von ihrem ersten Beginne in dem Uebergangsgebirge an bis zum Schlusse der Zechformation keine wesentliche Veränderung erlitten.

2. Wirbelthiere. Im Ganzen ist die Fauna überhaupt nicht reichhaltig, indem das Rothliegende ausser einigen Fischen nur Pflanzen und der Kupferschiefer blos Wirbelthiere enthält, so dass nur die

* Jahresbericht der Schles. Gesellsch. für 1854. S. 36.

obere Gruppe der Zechsteinbildung ein häufigeres Vorkommen thierischer Ueberreste darbietet. Wie schon von der Flora bemerklich gemacht wurde, erinnert auch die Fauna der Zechformation noch sehr an den älteren Typus, obwohl zugleich ein Eintreten jüngerer Formen ebenfalls bemerklich wird. Was die Reptilien anbelangt, so gehören diese sämmtlich den echten Sauriern an, und zwar, abgesehen von den sehr unbestimmt gekannten russischen Formen: *Rhopalodon, Brithopus, Orthopus* und *Syodon*, den 3 Gattungen *Protorosaurus* [mit 2 Arten: *P. Speneri* und *macronyx*] aus dem thüringer Kupferschiefer, *Thecodontosaurus* [*antiquus*] und *Palaeosaurus* [mit 2 Arten: *P. cylindrodon* und *platyodon*] aus dolomitischem Konglomerat von Bristol.

Die Fische gehören zu den grossen Abtheilungen der Plakoiden und Ganoiden mit ungleicher Schwanzflosse; die Hauptgattungen sind *Janassa* [eigenthümlich], *Palaeoniscus, Platysomus, Pygopterus* und *Acrolepis.* Beachtenswerth ist es, dass keine deutsche Art mit einer englischen übereinstimmt; ebenso sind die in den Kalk- und Brandschiefern des Rothliegenden vorkommenden Fische verschieden von denen des Kupferschiefers. In Deutschland ist besonders häufig *Palaeoniscus Freieslebeni,* in England *P. comtus.*

3. Weichthiere. Die in den vorhergehenden Formationen so überaus häufigen Kopffüsser fallen in dieser fast ganz aus, denn man kennt nur 2 Arten von *Nautilus*, die mit solchen des Kohlenkalkes nahe verwandt sind, und ausserdem noch unvollkommene Reste von einem Orthoceratiten und Cyrthoceratiten. Vorwiegend sind Armfüsser und Muscheln; erstere nähern sich mehr den Formen älterer Bildungen, letztere mehr denen der jüngeren. Die Schnecken sind weder zahlreich, noch besonders charakteristisch. Als Leitmuscheln können bezeichnet werden: *Productus horridus, horrescens, Leplayi* und *canovinus, Orthis pelargonata, Spirifer undulatus* und *alatus, Terebratula elongata, pectinifera* und *Schlotheimii, Avicula speluncaria, Gervillia ceratophaga.*

4. Gliederthiere. Die Trilobiten sind gänzlich verschwunden, nur kleine Cytherinen und Cypriden stellen sich ein.

5. Strahlthiere. Sind ebenfalls spärlich vorhanden, darunter nur ein einziger Krinoid [*Cyathocrinus ramosus*] und ein Seeigel [*Cidaris Keyserlingii* Gein. = *Archaeocidaris Vernueiliana*], beide an ältere Typen erinnernd; ferner einige Korallen und Bryozoen.

III. Die Trias-Formation.

Die Triasformation besteht aus zwei Sandstein-Ablagerungen, einer untern, dem Buntsandsteine, und einer obern, dem Keupersandsteine, die beide durch ein Zwischenlager von Kalkstein, den Muschelkalk, getrennt sind. Wo letzterer, wie z. B. in England, fehlt, liegen dann beide Sandsteine unmittelbar aufeinander und gehen ineinander über. Dies sowohl, als auch der Umstand, dass selbst da, wo der Muschelkalk vorhanden ist, dieser weder nach oben, noch nach unten scharf von den beiden ihn einschliessenden Sandsteinen getrennt

ist, so wie die Uebereinstimmung in gewissen charakteristischen Versteinerungen, die entweder durch alle drei Abtheilungen, wie z. B. *Nothosaurus mirabilis, Avicula* [*Gervillia*] *socialis* und *Myophoria vulgaris,* oder doch wenigstens durch zwei hindurchgehen, wie *Mya musculoides, Myophoria curvirostris*, *Plagiostoma* [*Lima*] *striatum* und *lineatum, Calamites arenaceus,* rechtfertigen die Vereinigung dieser drei Gebirgsarten zu einer Formation als eine ganz naturgemässe.

1. Der Buntsandstein.

Der bunte Sandstein oder Buntsandstein [*grès bigarré* der Franzosen, *new red sandstone* der Engländer] ist im nördlichen und noch mehr im südwestlichen Deutschland weit verbreitet und gewinnt mitunter eine Mächtigkeit von 1000 Fuss und mehr.

Er ist gewöhnlich von sehr feinem und regelmässigem Korne, theils mürbe, theils fest, und liefert in letzterem Falle vortreffliche Bausteine. Die Quarzkörner sind mitunter von sehr krystallinischer Beschaffenheit, so dass sie einzelne Krystallflächen zeigen oder zu vollständigen Quarzkrystallen ausgebildet sind. Nicht selten sind feine Feldspathkörner eingesprengt und noch häufiger sind ihm Glimmerschüppchen beigemengt, wodurch er in Sandsteinschiefer übergeht. Zur Bildung von Konglomeraten ist er nicht sonderlich geneigt, obwohl sie in seiner untern Abtheilung sich mitunter einfinden; sie unterscheiden sich aber dadurch sehr auffallend von denen des Rothliegenden, dass sie weder deren Grösse erreichen, noch aus so vielerlei Gebirgsarten zusammengesetzt sind, sondern meist nur aus Quarz- oder Kieselschiefer-Fragmenten bestehen.

Die gewöhnliche Farbe des Buntsandsteins ist ziegelroth oder braunroth, was von dem aus Eisenoxyd oder rothem Thone bestehenden Cämente herrührt. Besteht letzteres aus Kaolin oder weissem Thon, so ist der Sandstein weiss; giebt grüner oder blauer Thon das Bindemittel ab, so ist er von derselben Färbung. Hie und da, insbesondere in Thüringen, kommen auch buntfarbige Sandsteine [daher ihr Name] vor, indem die rothe Farbe mit weisser oder mit grünlicher stellen- oder schichtenweise abwechselt.

Ganz gewöhnlich enthält der bunte Sandstein Thongallen, nicht selten auch Schwerspath. Kupfer- und Eisenerze kommen öfters, Bleierze weit seltener in ihm vor, doch nicht in selbstständigen Lagern, sondern nur eingesprengt oder in Adern und Nestern. Dolomit bildet zuweilen das Bindemittel und scheidet sich auch in Knollen aus.

Der bunte Sandstein ist deutlich geschichtet, die Schichten sind gewöhnlich durch dünne Thonlager geschieden und erreichen eine Mächtigkeit von einigen Fuss, doch lassen sie sich mitunter auch in dünne Platten brechen. Häufig ist die Streifung oder Richtung der Körner nicht durchgängig parallel, sondern nimmt plötzlich eine andere Richtung unter verschiedenen Winkeln, so dass ein und derselbe Block wie aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt erscheint. Eine höchst merkwürdige Erscheinung sind die sogenannten Thierfährten

[Ichniten], welche man als Fusstapfen von Thieren deutet und die mit solchen nach Form und Stellung übereinkommen; man kennt sie von Hessberg bei Hildburghausen, von Jena und andern Orten. Sie zeigen sich auf den Schichtungsflächen und zwar in der Weise, dass sie auf der obern Fläche einer Schicht vertieft und auf der untern Fläche der ihr aufliegenden Schicht erhöht sind.* Mit oder ohne solche Fährten sieht man überdies auf der untern Fläche der Schichten leisten- oder aderartige Vorsprünge, die sich meist in verschiedenen Richtungen durchkreuzen und mitunter ein förmliches Netz bilden. Dabei zeigen die Schichten häufig sogenannte Wellenfurchen, indem ihre Flächen wellenförmige Erhöhungen und Vertiefungen wahrnehmen lassen.

Nächst den Sandsteinen machen Schieferthone und Mergel von gewöhnlich braunrother oder auch von bläulicher, lichtgrüner und gelblicher Farbe die Hauptmasse der ganzen Gebirgsart aus. Sie sind gewöhnlich mit Glimmer und Sand gemengt und dünn geschichtet. Bei Kahl im Spessart stellen diese rothen und blauen Schieferthone das einzige Glied der Bundsandstein-Bildung dar, indem sie dort zu Tage ausgehen und in einer Mächtigkeit, die manchmal zu 50 und 100 Fuss anwächst, den Zechstein bedecken; sie führen dort den Namen Leberstein. Häufiger als in der untern Abtheilung des Buntsandsteins kommen diese Schieferthone in der obern vor und führen in der Rhön den Namen Röth. Ein gewöhnlicher Begleiter der Thone, zumal der obern, ist der Gips, der in Adern und Stöcken, letztere oft von beträchtlicher Mächtigkeit, auftritt; seltner stellt sich Anhydrit ein. In der obern Abtheilung sind zuweilen Lager und Stöcke von Steinsalz vorfindlich, so z. B. bei Schöningen im Braunschweig'schen, Liebenhall bei Salzgitter und Sülbeck in Hannover.

Noch ist des Vogesensandsteins zu gedenken, der in den Vogesen und am Schwarzwald auftritt und sich durch seine sehr kry-

* Zu den räthselhaftesten Erscheinungen gehören diese sogenannten Thierfährten, die man nicht blos in Europa, sondern auch in Nordamerika, und hier besonders zahlreich und selbst in noch älteren Formationen als dem bunten Sandsteine, nämlich in einem zur Kohlenformation gehörigen Sandsteine getroffen hat. Aber nicht die Erscheinung an sich ist das Räthselhafte, sondern der Umstand, dass man die diesen Fussstapfen entsprechenden Fussknochen noch nicht gefunden hat, während zahlreiche Fährten, zum Theil von kolossaler Grösse, eine solche Aehnlichkeit mit denen der Vögel zeigen, dass sie von den Beobachtern wirklich als von dieser Klasse ausgegangen, d. h. als Ornithichniten erklärt werden. Nun ist aber das Auftreten von Vögeln in so alten Formationen etwas ganz Unerhörtes, denn man hat auch nicht die geringste Spur von fossilen Vögelknochen in ihnen gefunden. Diese Fährten, welche wie „gespensterhafte Schatten" ohne wesenhafte Körper erscheinen, würden demnach — wenn sie wirklich das sind, wofür sie ausgegeben — unsere, aus dem Befunde der körperlichen Ueberreste aufgestellte Ansicht von der Reihenfolge in der Thierwelt geradezu umstossen, und da diese doch, zur Zeit wenigstens, auf einer sicherern Basis ruht als die, welche die Fährten bieten können, so wird es immerhin gerathen sein, mit der unbedingten Anerkennung dieser Ichniten, insofern sie auf Warmblüter bezogen werden, noch etwas zuzuwarten. Die Zeit wird schon Aufklärung geben, sagen wir mit Quenstedt. Aber verschweigen dürfen wir es doch nicht, wie es in diesem und andern Fällen um die oft mit grosser Ueberhebung angepriesene Evidenz geologischer Theorien steht.

stallinischen, oft konglomeratartigen Sandsteine auszeichnet, an manchen Orten auch in abweichender Lagerung zu dem auf ihn folgenden Sandstein steht. Er ist jedoch nur als die untere Abtheilung der dortigen Buntsandstein-Bildung zu betrachten.

An Versteinerungen ist der bunte Sandstein in der Regel ganz leer, an einzelnen Punkten jedoch zeigt er einen ziemlichen Reichthum an vegetabilischen Ueberresten, unter welchen *Calamites* [*Anomopteris*] *Mougeotii* und *Voltzia heterophylla* am bezeichnendsten sind; *Calamites arenaceus* hat er mit dem Keuper gemein.

2. Der Muschelkalk.

Der Muschelkalk ist wesentlich ein Kalkgebilde, hauptsächlich aus gewöhnlichem Kalksteine bestehend, mit welchem Mergel, Dolomit, Gips, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz in Verbindung stehen. Er überlagert den bunten Sandstein, wie andererseits der Keupersandstein auf ihm aufruht, ohne dass er in der Regel scharf von beiden abgegrenzt ist, zumal da diese drei Gebirgsarten in regelmässiger Lagerung übereinander geschichtet sind. Am vollständigsten ist er in Deutschland, namentlich im südwestlichen, entwickelt, während er für England ausfällt.

Unter den Kalksteinen unterscheidet man drei Abänderungen. a) Wellenkalk, der untersten Abtheilung angehörig, von grauer Farbe, die durch Verwitterung schmutzig gelb wird, dicht, selten körnig, im Bruche muschelig und feinsplitterig. Von dem echten oder Hauptmuschelkalk unterscheidet er sich nur durch dünnere Schichtung, durch häufigen Wechsel mit Mergel, in welchen er in langgezogenen Wülsten eindringt, besonders aber durch die wellenförmig gekrümmten Biegungen seiner Schichten. — b) Schaumkalk, gewöhnlich gelblich- oder röthlichweiss, ins Graue und Rothe übergehend, ist besonders ausgezeichnet durch sein poröses Ansehen, indem er feine Poren wie Nadelstiche zeigt. Er liefert einen vortrefflichen Baustein, der unter dem Namen Mehlbatzen bekannt ist. — c) Der echte oder Hauptmuschelkalk unterscheidet sich von dem Wellenkalk nur durch seine ebenflächigen und mächtigeren Schichten, die aber ebenfalls durch schwache Mergellagen geschieden werden.

Die Mergel trennen nicht blos die Schichten des Wellen- und Hauptmuschelkalkes voneinander, sondern erlangen zuweilen eine mehr selbstständige Ausbildung; sie sind dolomitisch oder bituminös.

Die Kalksteine sind zum Theil dolomitisch, aber auch eigentliche Dolomite kommen nicht selten vor und erlangen mitunter, wie z. B. in den Alpen und Oberschlesien, eine ansehnliche Mächtigkeit. Bemerkenswerth bezüglich gewisser Theorien ist es, dass der Dolomit an der Grenze mit Kalkstein in diesen allmählig übergeht, eben so vollkommen als letzterer geschichtet ist und dieselben Versteinerungen führt.

Der Gips kommt theils in selbstständigen Stöcken, theils als das obere Ende von Anhydritstöcken vor. Der Anhydrit wird gewöhn-

lich von Salzthon begleitet und beide schliessen grössere oder kleinere Stöcke oder Nester von Steinsalz ein.

Erze stellen sich nicht häufig ein, obgleich sie hie und da eine grosse Bedeutung erlangen, wie z. B. die Zinkspath- und Galmeilager von Tarnowitz in Oberschlesien und Wiesloch in Baden. Auch Bleiglanz, Zinkblende, Brauneisenstein, Bohnenerz, seltener Kupfererz werden gefunden.

Wo der Muschelkalk vollständig entwickelt ist, lassen sich gewöhnlich in der Reihenfolge seiner Schichten 3 Abtheilungen unterscheiden.

a) Untere Abtheilung [Wellenkalk].

Unmittelbar auf den bunten Sandstein und im engsten Anschluss an ihn folgen braune oder gelbe Dolomite, deren Bänke eine wellenförmig gekrümmte Oberfläche haben und als Wellendolomite bezeichnet werden. Auf diesen ruht der Wellenkalk mit seinen Mergeln auf, dem nach oben hin Schaumkalk in sehr verschiedenartiger Mächtigkeit eingelagert ist. In manchen Gegenden erreicht diese untere Abtheilung eine Höhe von 400 Fuss und darüber.

b) Mittlere Abtheilung.

Dolomitische Mergel und Dolomit, Anhydrit und Gips, Salzthon und Steinsalz bilden die Glieder dieser Abtheilung da, wo sie vollständig ausgebildet ist. Am weitesten verbreitet sind die Mergel und Dolomite, dagegen fallen Anhydrit und Steinsalz oft, Gips seltener aus. Diese drei letztgenannten Gesteine bilden ohnedies keine durchgreifenden Lager, sondern Stöcke, die sich häufig auskeilen. Die Salinen zu Rappenau und Dürrhein in Baden, zu Friedrichshall, Sulz, Schwenningen, Wilhelmsglück, Rottenmünster in Würtemberg, zu Wimpfen im Darmstädtischen und anderwärts sind auf diese Lager von Steinsalz begründet.

Ausser Ueberresten von Sauriern in den dolomitischen Gesteinen ist diese Abtheilung fast ganz petrefaktenleer. Ihre Mächtigkeit wechselt von weniger als 100 Fuss bis zu 300 Fuss.

c) Obere Abtheilung [Hauptmuschelkalk].

Sie besteht aus dem Hauptmuschelkalk, dessen Bänke, durch Zwischenlager von Thon oder Mergel geschieden, in grösster Regelmässigkeit übereinander geschichtet sind. Die Mächtigkeit wechselt zwischen 200 bis 400 Fuss. Diese Abtheilung enthält, zumal in ihrer untern Abtheilung, zahlreiche Versteinerungen, aber nur thierische, denn vegetabilische fehlen ihr, wie dem ganzen Muschelkalke überhaupt, fast vollständig.

3. Der Keuper.

Besteht wesentlich aus Sandsteinen und bunten Mergeln und Thonen, wozu noch Dolomit, Gips und Kohlen in mehr oder minder

untergeordneten Verhältnissen kommen, überdies in England und Frankreich, aber nicht in Deutschland, auch Steinsalz sich einfindet.

Die Sandsteine sind theils grob-, theils feinkörnig, mit thonigem oder kalkigem oder kieseligem Bindemittel. Feldspathkörner sind häufig in ihm eingesprengt, auf den Schichtungsflächen öfters feine Glimmerschuppen beigemengt. Konglomerate sind sehr selten und fast nur auf die obern Abtheilungen beschränkt; sie umschliessen Fragmente von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer, Jaspis, Steinmergel und Kalkstein. Die vorherrschende Farbe ist roth, nächstdem grün und grau, theils einförmig, theils bunt, indem diese Farben theils stellenweise nebeneinander, theils in Schichten wechselnd vorkommen. Die Schichten sind von verschiedener, oft sehr beträchtlicher Mächtigkeit und werden von senkrechten oder schiefen Rissen und Klüften durchsetzt. Wo der Sandstein hinlängliche Festigkeit hat, liefert er vortreffliche Quadersteine zum Bauen.

Nächst den Sandsteinen treten die bunten Mergel und Thone in grosser Häufigkeit auf und zeigen dieselbe bunte Färbung wie jene; häufig sieht man, zumal in der obern Abtheilung, dass zwei schwache grüne Schichten eine viel mächtigere braunrothe einschliessen.

Die Mergel sind öfters dolomitisch; es erscheinen aber auch wirkliche Dolomite in Bänken, selten als Felsen frei zu Tage tretend, wie z. B. bei Koburg.

Das wichtigste Glied nächst den Sandsteinen und Mergeln bildet der Gips, der theils als Fasergips in dünnen Lagen und Adern die bunten Mergel durchzieht, theils als körniger und dichter Gips Nester oder mächtige Stöcke und Lager bildet und bisweilen in der Tiefe von Anhydrit begleitet wird. Steinsalz in Verbindung mit Salzthon und Gips kommt, wie erwähnt, in Frankreich und England vor, woselbst es in der untern Abtheilung des Keupers mitunter eine ansehnliche Mächtigkeit erlangt.

Kohlen zeigen sich zwar öfters im Keuper, aber weder erreichen sie eine besondere Mächtigkeit noch Güte, sind daher nicht bauwürdig, obwohl viele vergebliche Versuche darauf gemacht wurden; doch wird eine vorzügliche Steinkohlen-Sorte, die in Oesterreich in den Wiener Alpen, im Banat und bei Fünfkirchen bricht, als dem Keuper angehörig betrachtet. Die in der untersten Abtheilung vorkommende Kohle führt den Namen Lettenkohle; in der obern erscheinen zwar Pechkohlen, aber nur in Nestern und ganz kleinen Stöcken.

Der Keuper ist eine, namentlich auch in Deutschland weit verbreitete Gebirgsart, die eine Mächtigkeit von 1200 Fuss erreichen kann. Bei vollständiger Ausbildung lässt er drei Abtheilungen unterscheiden.

a) Untere Abtheilung [Lettenkohlengruppe].

Ein mannigfaltig wechselndes, mit dem Muschelkalk in engster Verbindung stehendes Gebilde von Schieferthonen, Letten, Kohlenflötzen, Sandsteinen und Mergelschiefern, deren oberste Lage gewöhnlich

Dolomitbänke bilden. Die Kohle ist Lettenkohle, welche schwarz, schieferig, sehr verunreinigt, insbesondere mit Schwefelkies, und schwer brennbar ist; sie wechselt in schwachen Flötzen mit Thon- und Mergellagen und ist höchstens zur Vitriol- und Alaungewinnung brauchbar. An manchen Punkten liefern die hieher gehörigen Sandsteine, welche grau und feinkörnig sind, einen sehr brauchbaren, an fossilen Pflanzen reichen Baustein. Wo Steinsalz vorkommt, liegt dieses unterhalb der Lettenkohle; in solchem Falle kann die untere Abtheilung eine Mächtigkeit von mehreren hundert Fuss erreichen, während sie da, wo das Steinsalz fehlt, gewöhnlich nur 100 bis 150 Fuss beträgt. An einigen Punkten, z. B. bei Crailsheim, Bibersfeld, kommt auf der Grenze zwischen Muschelkalk und Lettenkohle, daher von Einigen dem ersteren, von Anderen der letzteren zugezählt, eine Knochenbreccie mit zahlreichen Resten von Sauriern und Fischen vor.

b) Mittlere Abtheilung [Bunte Mergel].

Vorherrschend sind bunte Mergel und Thone mit Gips, mit denen einzelne Lagen von Sandstein und Dolomit in Verbindung stehen. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung ist sehr verschieden, kann aber mitunter 500 bis 600 Fuss erreichen. Petrefakten fehlen fast ganz mit Ausnahme einiger Saurierüberreste in den Steinmergeln.

c) Obere Abtheilung [Sandsteingruppe].

In dieser Abtheilung gelangen die Sandsteine zu ihrer grössten Mächtigkeit, so dass die bunten Mergel und Letten ihnen beträchtlich nachstehen. Hieher gehört der an vegetabilischen Ueberresten sehr reichhaltige sogenannte Schilfsandstein von Stuttgart, Heilbronn u. s. w. Nach oben werden die Sandsteine oft ganz weiss, zerfallen theils zu Sand, liefern auch mitunter vortreffliche Bau- und Mühlsteine. Häufig kommen Nester von Pechkohlen vor. Versteinerungen nehmen nach oben immer mehr ab. An einigen Orten kommt auf der Grenze zwischen Keuper und Lias eine Art Knochenbreccie vor, die aus Knochenfragmenten, Zähnen, Schuppen und Koprolithen [fossilen Exkrementen] von Fischen und Sauriern besteht. In ähnlicher Lage kommt das sogenannte *bone-bed* bei Axmouth und Aust-Cliff in England vor.

Als dem Keuper eigenthümliche Versteinerungen sind hier hervorzuheben: *Equisetites arenaceus*, *Taeniopteris vittata* [*T. marantacea*], *Pterophyllum Jaegeri.*

Versteinerungen der Triasformation.

I. Die fossilen Pflanzen der Triasformation fallen fast ausschliesslich dem Buntsandstein und Keuper zu, indem BRONN aus dem Muschelkalk nur 5 Arten, darunter 2 zweifelhafte, aufführt. Im Ganzen zählt derselbe nur 98 Arten auf, die zu 39, dermalen ganz erloschenen Gattungen gehören. Echte Dikotyledonen fehlen noch gänzlich; Cykadeen und Koniferen sind vorhanden.

Die thierischen Versteinerungen anbelangend, so führt BRONN aus dem Buntsandstein an Arten auf: 42 wirbellose und 12 Wirbelthiere, aus dem Muschelkalk 140 wirbellose und 50 Wirbelthiere, aus dem Keuper 29 wirbellose und 77 Wirbelthiere.

II. Wirbelthiere. In der obern Knochenbreccie bei Degerloch in Schwaben sind zwischen Keuper und Lias 2 kleine zweiwurzelige Zähne gefunden und einem Insektenfresser [*Microlestes antiquus*] zugeschrieben worden; dies wäre also das erste Vorkommen von Säugthieren in der urweltlichen Fauna. In den Fährten des Buntsandsteines hatte man freilich früher auch die Anzeichen eines Säugthiers [*Chirotherium*] erkennen wollen; wahrscheinlicher wird man aber auf einen Labyrinthodonten schliessen dürfen.

Von Reptilien hatte BRONN nur 38 Arten in 18 Gattungen aufgeführt; H. v. MEYER * hat sie aber jetzt auf mehr als 80 Arten in 24 Gattungen gebracht, die sämmtlich Sauriern angehören, wenn man nämlich die abnorme Familie der Labyrinthodonten mit selbigen verbindet. Letztere nebst den Flossenfüssern [*Nexipodes s. Enaliosaurii*] machen die beiden zahlreichsten Familien aus.

Von Flossenfüssern ist die Hauptgattung *Nothosaurus* mit 10 Arten, wovon *N. mirabilis* die ganze Trias durchzieht, *N. Bergeri* der Lettenkohle, *N. Schimperi* dem Buntsandsteine, die übrigen dem Muschelkalke eigenthümlich sind. *Pistosaurus, Simosaurus, Opeosaurus* und *Tanystropheus* gehören ebenfalls dem Muschelkalk zu, *Sphenosaurus* und *Menodon* dem Buntsandstein. Auch die Urahnen der Ichthyosauren geben sich in den Wellendolomiten des Schwarzwaldes und im Muschelkalk von Bayreuth und Oberschlesiens zu erkennen; die Ueberreste aus dem ersteren hat QUENSTEDT als *Ichthyosaurus atavus* benannt. — Die Familie der Pachypoden stellt sich mit 2 Gattungen, jede mit einer Art: *Belodon Plieningeri* und *Plateosaurus Engelharti,* im obern Keuper ein; beide sind von denen der folgenden jüngeren Formationen verschieden. Ob *Phytosaurus* mit *Belodon* identisch ist, wie vermuthet wird, ist noch nicht zur Evidenz gebracht. — Zahlreich und durch die ganze Gruppe verbreitet, sind die Labyrinthodonten, von denen H. v. MEYER 15 Arten in 7 Gattungen aufzählt, worunter *Mastodonsaurus, Metopias, Capitosaurus, Trematosaurus* die wichtigsten.

Von Fischen fehlen noch immer die Knochenfische, häufig kommen Zähne und Schuppen, insbesondere in den Knochenbreccien, vor. Eigenthümliche Gattungen sind unter den Plakoiden *Nemacanthus, Ceratodus, Thectodus* und die allermeisten Arten von *Hybodus;* unter den Ganoiden *Placodus, Colobodus, Gyrolepis, Saurichthys.*

III. Weichthiere. Hauptsächlich gleich den folgenden dem Muschelkalke zuständig. Eigenthümlich sind unter den Kopffüssern die Gattung *Ceratites* und die nach Schnäbeln aufgestellten *Rhyncholithus* und *Conchorhynchus,* ferner *Nautilus bidorsatus* und *nodosus.* Die

* Zur Fauna der Vorwelt: die Saurier des Muschelkalkes u. s. w. Frkft. 1847—1855; eine der bedeutendsten Arbeiten der paläontologischen Literatur.

am meisten charakteristischen Glieder der andern Ordnungen sind schon vorhin angegeben worden.

IV. Gliederthiere. Die Trilobiten erscheinen nicht mehr; zum ersten Mal treten langschwänzige Krebse auf: *Gebia obscura* und *Galathea audax* aus Buntsandstein und *Pemphix Sueurii* und *Alberti* aus Muschelkalk.

V. Strahlthiere. Zum ersten Male finden sich Cidariten; die Krinoiden treten zurück, der *Encrinus liliiformis* jedoch erscheint millionenweise und setzt ganze Bänke im Muschelkalke zusammen.

IV. Die Jura-Formation.

Mit diesem Namen wird die auf die Trias folgende, hauptsächlich aus Kalkbildungen bestehende Gebirgs-Formation bezeichnet, welche insbesondere in dem Juragebirge entwickelt ist, das im südlichen Frankreich als französischer Jura beginnt, durch die westliche Schweiz als schweizerischer Jura fortzieht, dann Schwaben als rauhe Alp durchschneidet und endlich in Franken als fränkischer Jura bei Banz an der bayerisch-koburgischen Grenze endigt. Aber nicht blos hier, sondern auch in vielen andern Ländern, namentlich in Norddeutschland, England und Frankreich, ist diese Formation mehr oder minder ausgebildet. Dabei ist jedoch gleich von vorn herein zu bemerken, dass, wiewohl allenthalben ein gemeinsamer Typus ihr zu Grunde liegt, sie doch in den verschiedenen Verbreitungsbezirken eine verschiedenartige Ausbildung erlangt, indem einzelne Glieder derselben entweder sich zusammenziehen oder ganz verschwinden, oder an andern Punkten eine ungewöhnliche Mächtigkeit erlangen oder selbst einzelne Abtheilungen neu eintreten. Nicht einmal im Juragebirge selbst herrscht eine absolute Gleichmässigkeit in der Gliederung dieser Formation, indem seine südliche Hälfte [französischer und schweizerischer Jura] wesentliche Verschiedenheiten von seiner nördlichen zeigt, ja in letzterer ergeben sich selbst wieder mannigfache Abweichungen in der Ausprägung des schwäbischen und fränkischen Juras. Als Normaltypus legen wir den schwäbisch-fränkischen Jura zu Grunde, und da es unsere Aufgabe hier nicht sein kann, alle Modifikationen aufzuführen, die derselbe in andern Ländern erleidet, so soll nur zuletzt noch auf die englischen Verhältnisse Rücksicht genommen werden, weil diese, als zuerst genau erforscht und bestimmt, in nothwendige Vergleichung mit den unsern gebracht werden müssen. Für Weiteres ist auf die Abhandlung von Fraas *: „Versuch einer Vergleichung des schwäbischen Jura mit dem französischen und englischen" und auf die so eben erscheinenden Arbeiten von A. Oppel ** und Quenstedt *** zu verweisen.

* Würtemberg. Jahreshefte. 1849. S. 1.

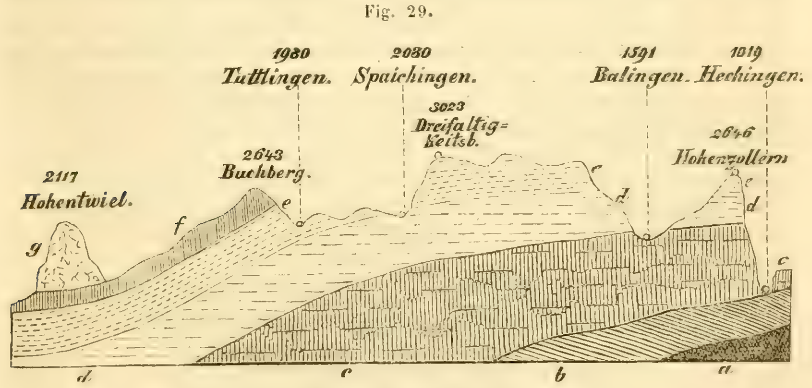
** Die Juraformation Englands, Frankreichs u. des südwestl. Deutschlands. 1856. Bis jetzt ein Heft.

*** Der Jura. Erste Lieferung. 1856.

Die Juraformation hat in Anbetracht ihrer Armuth an Erzen keine sonderliche Bedeutung für den Bergmann, eine desto grössere aber für den Paläontologen, denn in ihr findet sich ein überschwenglicher Reichthum an organischen Ueberresten, die auf 4000 Arten veranschlagt werden. Da die Kalke vorherrschen, so rührt die Hauptmasse der Petrefakten von Thieren her; auf die Pflanzen kommt nur die geringe Zahl von 260 Arten. Als charakteristisch für die ganze Formation soll das erste Auftreten der Belemniten und eigentlichen Ammoniten, und zwar in reicher Menge von Formen und Individuen, ferner das Vorkommen höchst eigenthümlicher Saurier, als der Ichthyosauren, Plesiosauren, Mystriosauren, Pterodaktylen u. s. w. in vorläufige Erwähnung kommen. Obwohl manche Versteinerungen innerhalb ihrer Gruppe eine weite Verbreitung nach der Höhe haben, so sind doch die meisten, insbesondere die des Lias, auf gewisse Bänke beschränkt, die zur Orientirung in der Reihenfolge der Schichten in ganz verschiedenen Verbreitungsbezirken einen Anhaltspunkt gewähren.

L. v. Buch hat die Juraformation nach der Art, wie sie in Süddeutschland erscheint, in 3 Gruppen gebracht, die er als schwarzen, braunen und weissen Jura bezeichnete. Diese Namen sind insofern passend gewählt, als sie bei der Ansicht des Juragebirges zur schnellen Orientirung dienen. Die Juraformation in Süddeutschland tritt nämlich als ein mächtiger Wall auf, der dem Keuper, als seinem Fundamente, aufgesetzt ist und zwar in der Weise, dass letzterer zu beiden Seiten, westlich wie östlich [in letzterem Falle freilich häufig durch jüngere Ablagerungen verdeckt] hinausgreift. Fig. 29 stellt

Fig. 29.



Profil der rauhen Alp.
a. Muschelkalk. *b.* Keuper. *c.* Schwarzer Jura. *d.* Brauner Jura. *e.* Weisser Jura. *f.* Molasse. *g.* Klingstein.

einen Durchschnitt der rauhen Alp in der Richtung von Hechingen nach Hohentwiel dar.* Am schroffsten steigt das Juragebirge an

* Ein Durchschnitt des fränkischen Juragebirges wird bei der Schilderung des weissen Jurakalkes beigebracht werden.

seinem westlichen Gehänge auf, indem zuerst an seinem Fusse der schwarze Jura auf dem Keuper aufliegt, dann der braune [oder vielmehr gelbe] Jura die Mitte der Höhe einnimmt und zuletzt der weisse Jura die Gipfel ausmacht. Man kann also nach ihrer Färbung schon diese drei Gesteinsgruppen im Allgemeinen unterscheiden, desto schwieriger ist es aber sie scharf voneinander zu sondern, da sie an den Grenzen unvermerkt ineinander übergehen, weshalb auch die Geologen in der Abmarkung derselben noch nicht zum Einverständnisse gelangt sind. Im Nachfolgenden bleibe ich bei meiner früheren Abgrenzung, indem ich die Juraformation in zwei Hauptgruppen: Liasgruppe und Jurakalkgruppe, bringe; als Anhängsel füge ich noch die Wäldergruppe bei, die zwar keinen Bestandtheil des grossen Juragebirgszuges ausmacht, aber nach ihrer Lagerung zwischen Jurakalkgruppe und Kreideformation hier noch angeschlossen werden kann.

1. Die Liasgruppe.

Dunkle Kalke, Mergel und Thone, nach oben, bisweilen auch nach unten, mit gelben Sandsteinen. Reich an Sauriern; *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* mit geringer Ausnahme fast alle hier abgelagert. Fische noch immer nur aus Plakoiden und Ganoiden bestehend; letztere zum ersten Male und ausschliesslich nur von der Abtheilung mit symmetrischer Schwanzflosse. Von Belemniten keine Art mit Rinne an der Basis.

Unter dieser Gruppe begreifen wir sowohl den Liaskalk [schwarzen Jura] als auch den Liassandstein [braunen Jura], und zwar vereinigen wir beide in eine gemeinschaftliche Gruppe, weil die meisten Versteinerungen des Sandsteines mit denen des Lias übereinkommen und weil häufig unterhalb des letzteren ein ähnlicher Sandstein wie der obere sich einstellt, so dass dann der Liaskalk wie ein Lager innerhalb des Sandsteines erscheint.

a) Der Liaskalk.

Ausgezeichnet durch dunkelfarbige Kalksteine, Mergelschiefer, Schieferthone und Thone und einen ungeheuern Reichthum an Versteinerungen.

Die Gesteine dieser Abtheilung haben meist eine graulich- oder bläulichschwarze Farbe, welche von einem mehr oder minder beträchtlichen Gehalt an Bitumen herrührt. Der Kalkstein ist fest und geschichtet, gewöhnlich in nicht sonderlich mächtigen Lagen, die durch Zwischenschichten von Mergelschiefer oder Schieferthonen getrennt sind. Durch Aufnahme von Thon wandelt sich der Kalk in Mergelschiefer um, der oft zugleich mit Schieferthonen und Letten eine grosse Mächtigkeit erlangt, so dass die Liasschiefer über die Liaskalke überwiegend werden. Die Schichten der Schiefer sind öfters nicht stärker als schwache Pappendeckel und Kartenblätter, die sich an der Luft wie die Blätter eines Buches von selbst aufblättern.

Nehmen solche dünne Schiefer viel Bitumen auf, so werden sie zu Brandschiefern, welche im Feuer zum Glimmen gebracht, auch auf Steinöl und Asphalt benutzt werden können. Sind die Schiefer mit viel Schwefelkies versetzt, so werden sie hie und da als Alaunschiefer verwendet. Häufig führen sie Pechkohlen, die aber, wie viele unglückliche Versuche gezeigt haben, bei uns wenigstens nicht bauwürdig sind. Dolomit scheint unserem deutschen Lias fast ganz und gar zu fehlen.

Nach der Reihenfolge der Schichten von unten nach oben und nach den charakteristischen Leitmuscheln für dieselben lassen sich für den Lias zwei Stockwerke unterscheiden.

1. Untere Abtheilung.

Der Liaskalk liegt entweder, wie an mehreren Punkten in Franken, unmittelbar dem Keupersandsteine auf, so dass er sich mit den Quarzkörnern desselben vermengt und damit zugleich der *Gryphites gigas* Schl. zahlreich sich einstellt, oder er wird durch einen gelben feinkörnigen Sandstein, der dem obern Liassandsteine sehr ähnlich ist und daher unterer Liassandstein genannt wird, von ihm geschieden, wie dies gewöhnlich in Schwaben und auch bei Banz der Fall ist; Thalassiten und *Pinna Hartmanni* sind für letzteren bezeichnend. — Als erste Ammoniten treten gleich in den untersten Liasbänken *Ammonites psilonotus* und *angulatus* auf, etwas weiter aufwärts *Ammonites Bucklandi* mit den ersten Belemniten und der meist in zahlloser Menge vorhandenen *Gryphaea arcuata*, so wie mit Pentakriniten. Als charakteristisch für die untern Kalk- und Mergelschichten sind noch überhaupt zu bemerken: *Terebratula numismalis, Spirifer Walcotti, Plicatula spinosa, Ammonites Turneri* und *raricostatus, Pentacrinites tuberculatus* und *scalaris.*

Nun folgt in Franken wie in Schwaben eine meist ziemlich mächtige Bank von bläulichschwarzen oder rauchgrauen, öfters sehr festen Schieferthonen [Amaltheenthone von Quenstedt genannt] mit *Ammonites amaltheus, costatus* und *heterophyllus, Belemnites paxillosus, Pentacrinites basaltiformis* u. s. w.

2 Obere Abtheilung.

Auf die ebengenannten Schieferthone legen sich abermals Kalksteine und Mergelschiefer, mit Brandschiefern und viel Schwefelkies auf, die sich von denen der untern Abtheilung durch ihren Bitumengehalt, dunklere Färbung und andere Versteinerungen unterscheiden. Die Kalke treten theils in Lagen auf, theils sind sie in Ellipsoiden gesondert den Mergelschichten eingefügt. Die Versteinerungen sind ungemein zahlreich und hier ist es, wo im süddeutschen Juragebirge das Hauptlager der Saurier und Fische sich findet.* Von der Menge

* In England liegt das Hauptlager der Ichthyosauren und Plesiosauren in der untern Abtheilung des Lias.

der Posidonien hat man diese Abtheilung auch als Posidonienschiefer bezeichnet; in nicht minderer Häufigkeit kommt aber auch die *Monotis substriata* vor, und eine über der Hauptlagerung der Saurier befindliche Bank besteht aus lauter dicht aneinander gedrängten Schalen von dieser Art.

Als die wichtigsten Versteinerungen sind zu bezeichnen unter den Sauriern die Ichthyosauren und Mystriosauren, die in ganzen Skeleten und an manchen Orten, wie Boll und Banz, sogar ziemlich häufig vorkommen. Von den in England so zahlreichen Plesiosauren haben sich in Franken und Schwaben nur einzelne Wirbel gezeigt. Zum ersten Male tritt ein Ornithocephalus auf, der *Pterodactylus macronyx* und *banthensis*. Unter den vielen Fischen sollen nur genannt werden: *Dapedius, Tetragonolepis pholidotus, Lepidotus gigas, Eugnathus giganteus, Ptycholepis bollensis*. Von wirbellosen Thieren sind als einige der wichtigsten zu nennen: Schulpen von *Loligo* [zum Theil mit wohlerhaltenem Dintenbeutel], *Ammonites serpentinus, heterophyllus, fimbriatus* und *annulatus, Belemnites acuarius* [nur der obern Abtheilung angehörig] und *tripartitus, Posidonia Bronnii, Monotis substriata, Eryon Hartmanni, Pentacrinites Briareus* und *subangularis*.

Die oberste Region der Mergelschiefer benennt Quenstedt als Jurensis-Mergel und bezeichnet sie durch *Ammonites jurensis, radians, insignis, Belemnites digitalis*; indess ist dieses Vorkommen nicht konstant.

Die darauf folgende Thonlage mit *Ammonites opalinus, Trigonia navis, Gervillia pernoides, Belemnites tripartitus, Nucula Hammeri*, an andern Orten, z. B. Banz, aber auch ganz versteinerungsleer, ist ein Mittelglied, wodurch sich der Lias mit dem Liassandsteine verbindet, daher von Einigen zu ersterem, von Anderen zu letzterem gezählt.*

b) Der Liassandstein [Griessandstein].

Unmittelbar über den Liasthonen und an der Grenze mit ihnen vermengt, erhebt sich eine Sandsteinbildung, die wegen ihres Zusammenhanges mit den Liasablagerungen und wegen der Uebereinstimmung mehrerer ihrer Versteinerungen mit denen der letzteren als Liassandstein, von mir ihrer feinkörnigen Beschaffenheit halben als Griessandstein, von Buch als brauner Jura bezeichnet wurde. In Schwaben meist von keiner besondern Mächtigkeit beträgt diese in Franken oft etliche hundert Fuss, wodurch sie eine Selbstständigkeit gewinnt, die mich veranlasste, sie durch einen besondern, auf keine theoretischen Voraussetzungen begründeten Namen zu bezeichnen. Da in Franken der Liaskalk meist nur eine geringe Mächtigkeit zeigt und sich blos längs des Fusses des Juragebirges hinzieht, oft von der

* Um sich in der Reihenfolge der Versteinerungen und der Gesteinsverschiedenheiten der Liaskalkgruppe genau zu orientiren, sind die vorhin genannten Arbeiten von Oppel und Quenstedt zu vergleichen; aus ihnen wird man auch die vielfachen lokalen Abweichungen ersehen, auf welche hier nicht besonders eingegangen werden kann.

Dammerde überdeckt, so beginnt gewöhnlich erst mit dem Griessandstein das eigentliche Aufsteigen dieses Höhenzuges, von dem er die untere grosse Hälfte auf beiden Gehängen oder auch eigne Vorberge ausmacht.

Die Hauptfarbe des Griessandsteines ist die ockergelbe oder gelbbraune, die ins Röthlichbraune, sehr selten ins Rothe übergeht, gewöhnlich einfarbig, zuweilen aber auch bunt gestreift und gefleckt ist; nur ausnahmsweise kommen einzelne weisse Lagen vor. Das Gefüge ist ausserordentlich feinkörnig, was ihm ein griesartiges Ansehen gewährt; die Körner sind durch ein eisenschüssiges Cement verbunden. Er hat gewöhnlich keine sonderliche Härte, so dass er dann in Sand zerfällt oder leicht zu solchem zerstossen werden kann; dieser Sand ist sehr fein und wird als sogenannter Silbersand zum Putzen metallener Geräthschaften verwendet. Wo der Griessand hinlängliche Festigkeit hat, lässt er sich in Quadern brechen, die gute Bausteine abgeben; das Kloster [jetzt Schloss] Banz ist z. B. daraus gebaut. Die Schichtung ist horizontal; nach oben zu werden die Schichten oft sehr schwach, nach unten erlangen sie eine ansehnliche Mächtigkeit. Die Schichten folgen entweder unmittelbar aufeinander oder werden durch Zwischenlagen von sandigem grauen Thon getrennt; die mächtigen bunten Thone und Mergel, welche so bezeichnend für den obern Keuper sind, werden hier vermisst. Silberweisser Glimmer in feinen Schuppen ist eine häufige Beimengung.

Die Färbung erhält der Griessandstein von seinem Eisengehalte, der sich auch häufig in selbstständigen Ausscheidungen als feinkörniger Thoneisenstein einstellt, theils einzelne Lagen mehr oder minder erfüllt, theils in schmalen Bändern und Adern die Masse gangartig durchschwärmt. Mitunter bilden diese Eisensteine förmliche Erzflötze, wie z. B. bei Aalen, wo fünf solcher übereinander liegen, und die Eisenwerke von Wasseralfingen liefern jährlich 80,000 Centner Eisen. — Nach oben hin gegen die Grenze des weissen Jurakalkes nehmen die Sandsteine mitunter Kalk auf, wodurch sie dann sehr fest werden und mit Säuren brausen.

Unter den Versteinerungen ist für diesen Sandstein besonders bezeichnend *Pecten personatus*, der ungemein häufig ist. Ausserdem sind zu erwähnen *Pecten demissus, Ostrea calceola, Avicula elegans, Gervillia tortuosa, Cucullaea oblonga, Nucula Hammeri, Ammonites Murchisoni* und *discus, Nautilus lineatus.* Auch Stacheln und Zähne von *Hybodus* kommen vor; eben so, aber sehr selten, Knochen und Zähne von *Mystriosaurus,* und aus den Eisenerzen von Aalen der damit nahe verwandte *Glaphyrorhynchus aalensis.* Nach den Versteinerungen besteht keine nähere Verwandtschaft mit denen des weissen Jura, wohl aber mit denen des Lias, mit welchen sogar einige gemeinschaftlich sind.

2. Die Jurakalkgruppe.

Weisse Kalksteine, theils gewöhnliche, theils dolomitische, hie und da mit Thonen, aber ohne Sandsteine. Mancherlei Saurier, insbesondere

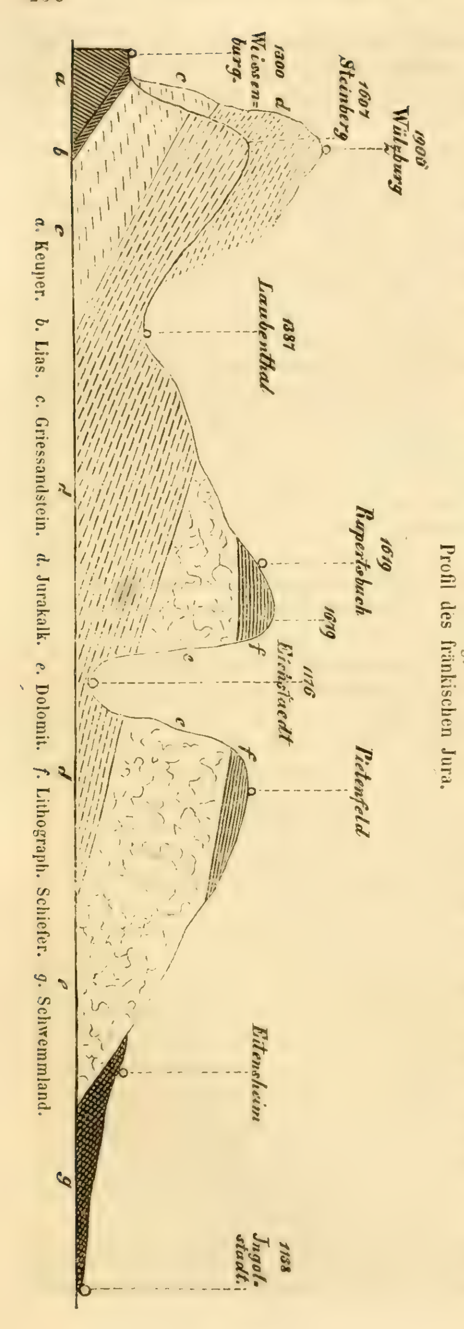


Fig. 30. Profil des fränkischen Jura.

a. Keuper. b. Lias. c. Griessandstein. d. Jurakalk. e. Dolomit. f. Lithograph. Schiefer. g. Schwemmland.

Pterodactylus, zum ersten Male auch Schildkröten. Fische von derselben Beschaffenheit wie im Lias; nur *Coccolepis* noch zu den Ganoiden mit unsymmetrischer Schwanzflosse gehörig. Ammoniten und Belemniten häufig, letztere meist mit Rinne an der Basis. Insekten und Krebse zahlreicher als früher.

Nach ihrer Gesteinsbeschaffenheit und ihren Lagerungsverhältnissen unterscheiden wir, — zunächst im Hinblick auf die Verhältnisse in Deutschland und insbesondere des eigentlichen süddeutschen Juras — innerhalb der Jurakalkgruppe 5 besondere Bildungen. Fig. 30 zeigt einen Durchschnitt durch das fränkische Juragebirge in der Richtung von Weissenburg nach Ingolstadt; der Eisenoolith ist als eine schwache Lage vom Jurakalkstein nicht geschieden, der Korallenkalk fällt hier ganz aus.

a) Der Eisenoolith.

Ueber dem Griessandsteine in Schwaben erheben sich feste graublaue Kalke, ohne eingemengte Eisenkörner; darauf folgen dunkel blaugraue Mergelkalke, die nach oben viel Thoneisenkörner aufnehmen und als Eisenoolithe bezeichnet werden. Ungemein zahlreich sind hier Versteinerungen, darunter am bezeichnendsten *Ammonites coronatus, Belemnites giganteus* und *canaliculatus* [letzterer noch nicht häufig], *Ostrea crista galli, pectiniformis* und *explanata* [*O. eduliformis*], *Perna mytiloides,*

Trigonia clavellata und *costata, Pholadomya Murchisoni, Terebratula resupinata, perovalis, Theodori* und *spinosa*, zahlreiche Cidaritenstacheln, Serpuliten und auch Ueberreste eines grossen Sauriers, des *Thaumatosaurus oolithicus*. Diese Abtheilung bezeichnet QUENSTEDT als mittleren braunen Jura.

Auf derselben liegen Thone mit verkiesten Muscheln, und darüber folgen die obern Eisenoolithe. Die wichtigsten Versteinerungen sind: *Ammonites Parkinsonii, macrocephalus, triplicatus, anceps, hecticus* und *discus, Belemnites canaliculatus, Terebratula varians, Trigonia costata, Pentacrinites subteres*. — Ueber den Eisenoolithen liegen Thone [die sogenannten Ornatenthone] von 20 bis 40 Fuss Mächtigkeit und reich an verkiesten goldfarbigen Ammoniten, als: *Ammonites ornatus, Jason, caprinus, bipartitus, refractus, convolutus, annularis, athleta, Lamberti* und *hecticus*; ferner *Belemnites semihastatus*, auch Krebse [*Clytia Mandelslohi*], dagegen wenig andere Versteinerungen und gar keine Terebrateln. Nach QUENSTEDT macht diese Abtheilung den obern braunen Jura aus.

Anders werden die Verhältnisse, sobald der Jurazug aus Schwaben nach Franken übergeht*, indem die eben beschriebenen beiden Abtheilungen, die in Würtemberg zusammen gegen 100 Fuss betragen können, in Franken bis auf etliche Fuss Mächtigkeit zusammenschrumpfen oder durch Letten- und Schuttmassen ganz verdeckt sind. Wo nämlich hier der Jurakalk auf den Griessandstein aufgesetzt ist, sieht man an entblösten Stellen, dass der Sockel des ersteren von einem sehr thonigen ockerfarbigen oder auch bläulichen Kalkstein oder Mergel gebildet wird, der von dem unterliegenden Sandsteine die Eisenkörner aufgenommen hat. Damit stellen sich aber dieselben Versteinerungen, und nach MÜNSTER** eben so in zwei Lagen gesondert, wie im schwäbischen mittleren und oberen braunen Jura ein. Da der Jurakalk da, wo er dem Griessandsteine aufgelagert ist, gewöhnlich treppenartig zurücktritt, so dass letzterer terrassenartig vorspringt, so haben sich häufig auf diesem Absatze Schuttmassen angehäuft, durch welche der Sockel verdeckt wird, aber die vom Regen ausgeschwemmten Fragmente von *Belemnites giganteus* und *canaliculatus, Ostrea crista galli* und *explanata* und andere geben sein Vorkommen zu erkennen. Nur wenige Fuss über die Auflagerungsstelle hinauf verlieren sich die Eisenkörner zugleich mit den Petrefakten, und der Kalkstein erscheint alsdann rein und fest.

Nach dem Vorgange von Graf MÜNSTER vereinige ich diesen Eisenoolith mit dem Jurakalke, und nicht mit dem Griessandsteine, weil 1) Kalk und Sandstein, schon aus weiter Ferne kenntlich, scharf voneinander abgesetzt sind; 2) weil die dem Eisenoolith eigenthümlichen Versteinerungen sich niemals finden, wo der Griessandstein frei zu

---

* Die Veränderungen, welche schon am Bopfinger Ipf [Nipf] sich wahrnehmen lassen, sind sehr genau vom Präceptor HOLZBAUR im Regensb. Korrespondenzblatt, 1853. S. 37, geschildert.

** KEFERSTEIN's Deutschland. V. S. 571.

Tage ausgeht, sondern immer nur da, wo letzterer vom Jurakalk überdeckt ist, so dass also dieser die Petrefakten mitbringt; 3) weil dieselben mehr mit denen des Jurakalkes als mit denen des Lias übereinstimmen, und 4) weil hier durch die Belemniten ein markirter Abschnitt bezeichnet wird, indem statt der bisherigen Arten des Lias und Griessandsteines, die sämmtlich ohne Rinne an der Basis sind, von nun an durch die ganze Jurakalkgruppe hindurch, mit einziger Ausnahme des *Belemnites giganteus*, sich lauter Arten mit solcher Rinne einstellen.

b) Der Jurakalkstein.

Der Jurakalkstein, wie er über den Eisenoolith sich erhebt, ist gelblich- oder graulichweiss, was theils ins Erbsengelbe, theils ins Rauchgraue verläuft, ohne jedoch dunkel zu werden; durch seine lichte Färbung kontrastirt er sehr mit dem dunkeln Lias. Auf dem Bruche ist er dicht und zwar gewöhnlich flachmuschlig und eben, seltner dem Splitterigen und Erdigen sich annähernd; dabei ist er matt, fühlt sich mager an und ist scharfkantig. Roggenartige Struktur, die in England und der Schweiz für ihn sehr bezeichnend ist, und von welcher er den Namen Oolith erhalten, fehlt ihm ganz oder ist nur an einigen Punkten schwach angedeutet. Er ist in der Regel deutlich geschichtet; die Schichten wechseln von ein Zoll Stärke bis zu 2 und 3 Fuss, zuweilen auch darüber. An der Oberfläche zerfallen sie in dünne Scherben, mit denen die Gehänge und Felder bedeckt sind. Die Schichten liegen horizontal oder doch nur mit geringer Neigung, was natürlich nicht ausschliesst, dass sie sich hie und da durch Verstürzung gesenkt haben, so dass in den Thälern an ganz oder theilweise freistehenden Felsen die Schichten zuweilen selbst ein Giebeldach bilden. Mit dem reinen festen Kalksteine wechseln öfters mehr oder minder thonreiche Lagen, welche besonders ergiebig an Petrefakten sind. Hornsteinausscheidungen in Knauern und Kugeln stellen sich an manchen Punkten häufig ein. Der weisse Jurakalkstein erreicht eine ansehnliche Mächtigkeit und macht demnach einen Hauptbestandtheil des Juragebirges aus.

An Versteinerungen ist der weisse Jurakalk überaus reichhaltig; hier nur einige der bezeichnendsten: *Ammonites planulatus* mit den ihm verwandten Formen, die zuweilen 1 bis 2 Fuss Durchmesser erreichen, *A. alternans, perarmatus, Belemnites hastatus* [*B. semisulcatus* Münst.], *Aptychus laevis* und *lamellosus* [*A. solenoides*], *Nautilus aganiticus, Terebratula lacunosa, bicanaliculata, bisuffarcinata, impressa, nucleata, loricata* und *reticulata, Cidarites coronatus, Eugeniacrinites caryophyllatus, Pentacrinites cingulatus* und eine Anzahl Spongiten.

c) Der Juradolomit.

Unmittelbar dem weissen Jurakalk aufgelagert ist der Juradolomit, der erst in der Nordosthälfte der schwäbischen Alp zu grösserer Entwickelung kommt, am mächtigsten aber in Franken auftritt, wo

er an Masse den Kalkstein wohl überbieten möchte, hier gewöhnlich ganz frei zu Tage ausgeht und nur nach Süden und Südost von jüngeren Bildungen überlagert wird.

Der Dolomit ist gewöhnlich gelblich- und graulichweiss, was ins Bläulichgraue, Gelbgraue, Isabellgelbe, selten ins Röthliche zieht. Im Grossen ist er derb; in den kleinen Spalten und Höhlungen aber, welche allenthalben das Gestein durchziehen und für ihn sehr charakteristisch sind, findet er sich in Rhomboedern krystallisirt. Er ist halbhart und glänzend; das Gefüge ist körnig von feinem und sehr feinem Korne, daher das Ansehen zuckerartig; durch Feinerwerden geht bisweilen das Körnige ins Dichte von splitterigem Bruche über. Bei ausgezeichnet körniger Beschaffenheit erscheint die Masse als ein Aggregat von lauter kleinen Rhomboedern, was ihm ein sehr krystallinisches Ansehen gewährt, aber auch durch Einfluss der Witterung Veranlassung giebt, dass er in Sand zerfällt, der allenthalben in den Dolomitgegenden zum Streuen und Scheuern benutzt wird.

In der Regel ist der Juradolomit von grossmassiger, oft irregulärer Absonderung, doch fehlt ihm auch hie und da eine regelmässigere Schichtung nicht, wie man solches z. B. an den gewaltigen, horizontal übereinander gelagerten Bänken, welche das Schloss von Rabenstein und die Klaussteiner Kapelle tragen, sehen kann. Durch senkrechte und schiefe Klüfte, welche das Gestein durchsetzen, erhalten die Dolomitfelsen von Ferne das Ansehen alter Thürme, steiler Wände und weitläufiger Ruinen, zumal da durch die Länge der Zeit und durch einen Flechtenüberzug die helle Farbe in ein düsteres Grau sich umgewandelt hat. Besonders schön erscheinen diese pittoresken Felsenparthien in den Thälern der Wiesent, Pegniz und Altmühl, wo man zugleich noch gewahr wird, dass gewaltige Felsenmassen zusammengestürzt sind und mit ihren mächtigen Trümmern und Brocken die Gehänge und zum Theil den Thalgrund bedecken.

Nicht minder merkwürdig als durch seine äussere Gestaltung ist der Dolomit durch die Menge von Höhlen, die sich in ihm finden und oft eine bedeutende Ausdehnung erreichen. Am bekanntesten darunter sind die Höhlen von Muggendorf, die sowohl durch ihre Anzahl als Grösse und Schönheit vor allen anderen sich auszeichnen; die gailenreuther Höhle ist überdies durch ihren Reichthum an urweltlichen Säugthieren weltberühmt geworden.* In Schwaben ist die Grottenbildung auf den Jurakalkstein und Korallenkalk beschränkt. Noch ist zu bemerken, dass in manchen Gegenden, insbesondere in der Oberpfalz, der Dolomit zahlreiche Hornsteinknollen aufzuweisen hat.

---

* Vgl. meine Abhandlung: „über die fossilen Säugthier-Ueberreste der Muggendorfer Höhlen, mit besonderer Berücksichtigung der geognost. Verhältnisse ihrer Lagerstätten" in den Münchn. gel. Anzeig. IX. S. 998; ferner meine „Charakteristik der in den Höhlen um Muggendorf aufgefundenen urweltlichen Säugthier-Arten", in den Abhandl. der bayer. Akadem. d. Wissensch. VI. S. 194.

Wie schon erwähnt, geht der Dolomit im grössten Theile seines Verlaufes frei zu Tage aus und ragt da allenthalben auf der Höhe des Gebirges mit seinen steilen, zackigen, thurmartigen Felsenmassen empor. An der Altmühl und der Donau wird er dagegen von Korallenkalk und dem lithographischen Schiefer überlagert, in welche er, zumal in den ersteren, deutliche Uebergänge zeigt. Versteinerungen sind in manchen Gegenden sehr selten, in anderen dagegen, z. B. bei Muggendorf und im Rabenecker Thale, ziemlich zahlreich, zuweilen ganze Felsenmassen erfüllend, meistens aber sind die Schalen verloren gegangen. Uebrigens enthält er keine andern Arten als der Jurakalkstein, am häufigsten sind *Terebratula lacunosa* und *bicanaliculata*, nächstdem Ammoniten aus der Familie der Planulaten. Wo er mit den Korallenkalken zusammengrenzt, führt er auch deren Versteinerungen, wie z. B. *Diceras arietina*, *Nerinea suprajurensis*, *Terebratula inconstans* u. s. w.

Was seine Entstehungsweise anbelangt, so hat, wie schon früher ausführlich besprochen, dieselbe Veranlassung zu einer höchst wunderlichen Hypothese gegeben, die bis in die neueste Zeit herein noch von gar Vielen im guten Köhlerglauben festgehalten wird, obwohl ihr Widerspruch mit dem thatsächlichen Verhalten des Dolomits und mit den chemischen Erfahrungen unwiderleglich dargethan ist.

d) Der Korallenkalk.

Der Korallenkalk, von Buch Diceras- oder Nerineenkalk, von Quenstedt plumper Felsenkalk benannt, hat keineswegs die allgemeine Verbreitung, wie sie den bisher beschriebenen Abtheilungen des schwarzen, braunen und weissen Juras zusteht, sondern ist, gleich den nachfolgenden beiden andern Gesteinen des letzteren, mehr eine Lokalbildung, denn wenn er auch auf der rauhen Alp eine ansehnliche Ausdehnung erlangt und dort „für Schwaben ist, was die Dolomite für Franken“, so beschränkt er sich doch in seiner östlichen Fortsetzung durch Bayern auf die Donaugegenden und den untersten Lauf der Altmühl, bis er mit dem Juragebirge selbst an dessen Ostgrenze endigt, so dass der ganze nördliche Frankenjura seiner entbehrt; in Bayern ist er besonders bei Weldenburg und Kelheim in grosser Auszeichnung zu finden.

In der Gesteinsbeschaffenheit kommt der fränkische Korallenkalk ganz mit dem schwäbischen überein. Er ist weiss oder lichtgelb, von grosser Festigkeit, entweder dicht und eben, flachmuschelig bis splitterig, oder krystallinisch-körnig von ziemlich grobem Korne, häufig von zelligen Räumen und Löchern wie zerfressen. Dabei ist er wie der Dolomit in der Regel ungeschichtet, von grossmassiger Absonderung, die selten eine Hinneigung zu einer Art Schichtung zeigt. Auch in den äusseren Formen kommt er mit letzterem überein, denn er bildet in den Thälern eben solche schroffe, thurmartige Felsmassen wie dieser. Die pittoresken Felsenwände, welche von Weldenburg bis Kelheim die Donau begleiten, sind längst berühmt; nicht minder schön ist das

Altmühlthal von Kelheim bis nach Riedenburg, wo alsdann der Dolomit die Stelle des Korallenkalks übernimmt und die Thalwände zusammensetzt. Ueberaus reich ist er auch, besonders nach oben hin, an Ausscheidungen von Kugeln und Knollen von Hornstein und Feuerstein; hie und da hat überhaupt die ganze Masse eine starke Beimischung von Kieselerde [öfters bis zu 27 Prozent], so dass er dann am Stahle Funken giebt. In Schwaben enthält er häufig Höhlen, die auch in Bayern nicht ganz fehlen, wie dies das Schulerloch bei Kelheim zeigt.

Der Korallenkalk ist dem Dolomit aufgelagert, der in ihn allmählig übergeht, sogar mit ihm wechsellagert; bisweilen selbst als Linse in jenen eingeschlossen ist [Abach]. Ueberdeckt wird er, wo er nicht frei zu Tage ansteht, vom lithographischen Schiefer und an der östlichen Grenze vom Grünsandsteine, was besonders schön bei Neukelheim zu sehen ist.

An Versteinerungen hat der Korallenkalk eine grosse Menge aufzuweisen, die theils ihm mit dem untern Jurakalk gemeinschaftlich, theils ihm eigenthümlich sind. Sehr auffallend für ihn ist das völlige Fehlen von Ammoniten und Belemniten, dagegen das zahlreiche Auftreten von Sternkorallen, welche dem untern Jurakalk fast ganz abgehen, während dieser dafür reich an Ueberresten der genannten Kopffüsser ist. Als Leit-Petrefakten mögen hier genannt werden: *Anthophyllum turbinatum, Lithodendron trichotomum, Apiocrinites mespiliformis, Cidarites marginatus, Diceras speciosa* und *arietina* [merkwürdigerweise fehlt diese im französischen, schweizerischen und bayerischen Jura vorkommende Gattung in Schwaben ganz], *Terebratula inconstans, Natica gigantea, Nerinea speciosa* und *suprajurensis, Pteroceras oceani, Hemicidaris crenularis.*

Das zahlreiche Auftreten von Korallen im Korallenkalk hat Veranlassung gegeben zu der Meinung, dass der ganze weisse Jura als ein grosses Korallenriff, von urweltlichen Zoophyten aufgebaut, zu betrachten sei. Dagegen ist jedoch einzuwenden, dass nicht einmal im Korallenkalk selbst die Korallen allenthalben, sondern nur stellenweise vorkommen, dass sie ferner dem untern Jurakalk fast ganz abgehen, und dass die in letzterem so häufig vorhandenen Spongiten keineswegs gleich den Sternkorallen Riffe aufbauen können. Die Vorstellung also, die man sich von dem Juragebirge als einem grossen urweltlichen Korallenriffe gemacht hat, ist zwar poetisch, aber vom zoologischen Standpunkte aus als eine Verirrung der Phantasie zu erklären, was gleichwohl die Geologen nicht abhält, bei dieser, von mir schon längst als unhaltbar nachgewiesenen Meinung zu verbleiben, weil sie von einer grossen Celebrität ausgesprochen wurde. Zuletzt ist noch zu bemerken, dass der Korallenkalk einen vorzüglichen Baustein liefert, und dass die körnigen Abänderungen als Statuenmarmor benutzt werden; für beiderlei Verwendungen giebt die Befreiungshalle bei Kelheim Zeugniss.

e) Der lithographische Schiefer.

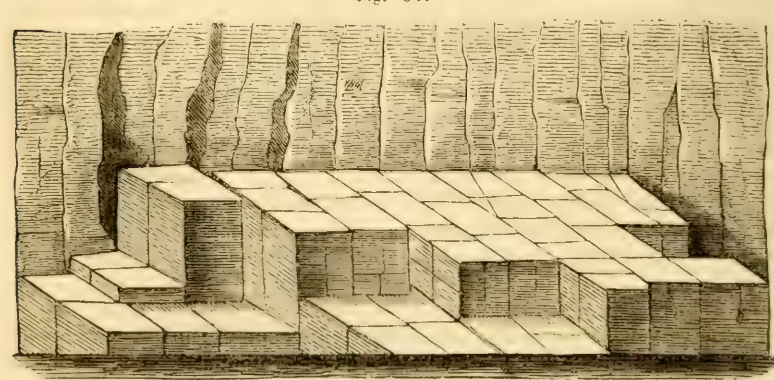
Der lithographische Schiefer bildet das obere Glied der weissen Jurakalkgruppe und ist im grössten Theile seiner Erstreckung dem

Dolomite, weit seltener dem Korallenkalke aufgelagert. Gleich letzterem gehört er zu den Juragebilden von beschränkter Verbreitung, denn obwohl er von Burglengenfeid und Herrensaal bei Kelheim bis gegen Monheim durch Bayern zieht, dann von Neresheim an auf der ganzen rauhen Alp sich weiter fortsetzt und selbst zu Cirin und Bugey im französischen Jura aufgefunden wurde, so hält er sich doch in Bayern nur nordwärts längs der Donau in einer nicht sehr beträchtlichen Breite, und macht die Wendung nicht mit, welche von der Donau an das Juragebirge plötzlich nördlich einschlägt, so dass dieser Schiefer dem ganzen nördlichen fränkischen Jurazuge abgeht.

Von Farbe ist der lithographische Schiefer gelblichweiss, hellgelb und rauchgrau, was seltener ins Bläulich- und Röthlichgraue verläuft; auf den Ablösungsflächen finden sich überaus zierliche Dendritenzeichnungen von braungelber, rothbrauner oder schwarzer Farbe. Im Bruche ist er dicht und zwar flachmuschelig und eben, seltener splitterig; der mehr thonhaltige geht ins Unebene über, das sich zuweilen schon dem Erdigen annähert. Ausserdem ist er halbhart und matt, und fühlt sich völlig mager an.

In der Regelmässigkeit der S c h i c h t u n g wird der lithographische Schiefer von keiner andern Felsart übertroffen. Die Schichten sind horizontal abgelagert und ihre Mächtigkeit geht von der einer Linie bis zu der von einem Fuss, sehr selten darüber; stärkere und schwächere Lagen wechseln miteinander ab. Sie lassen sich sehr leicht brechen und nach ihrer Stärke und Qualität dienen sie zu verschiedenen Zwecken, als zum Dachdecken, zum Belegen der Fussböden, zu Bausteinen und, was am wichtigsten, als das ausschliessliche Material zur L i t h o g r a p h i e, womit Bayern [insbesondere Solenhofen und Mörnsheim] die ganze Welt versorgt, denn wiewohl jetzt auch schöne Platten bei Nusplingen [Schwaben] und Cirin gebrochen werden, so stehen sie doch für feinere Zeichnungen an Güte den bayerischen nach. Fig. 31 stellt einen Theil des Steinbruches von Mörnsheim dar,

Fig. 31.



um daran zu zeigen, mit welcher Regelmässigkeit diese Schiefer, wie Bücherballen, übereinander geschichtet sind.

Für den Paläontologen haben diese Schiefer einen nicht geringeren Werth als für den Techniker, indem in ihnen ein Schatz der merkwürdigsten Thierformen aus der Urwelt angehäuft ist, und zwar in vortrefflicher Erhaltung. Zum kleineren Theile sind diese Versteinerungen identisch mit denen der übrigen Glieder der weissen Jurakalkgruppe, der weit grössere Theil ist ihnen aber ganz eigenthümlich. Ganz besonders wichtig sind darunter die höchst sonderbar gestalteten Pterodaktylen [*Ornithocephalus*] in mehreren Arten, die zwar schon in dem schwarzen Lias sich einstellen und nochmals in der Kreideformation wiederkehren, hier aber ihren eigentlichen Stammsitz haben. Zu ihnen gesellen sich andere Saurier, wie z. B. *Aelodon, Gnathosaurus, Stenosaurus, Atoposaurus, Geosaurus, Homoeosaurus, Piocormus* [*Saphaeosaurus*], ja selbst die Fischsaurier, die noch im Korallenkalk eine Spur hinterlassen haben [*Ichthyosaurus posthumus*], erscheinen abermals in einer verkleinerten Ausgabe als *Ichthyosaurus leptospondylus.* Die Schildkröten, welche überhaupt in der weissen Jurakalkgruppe zum ersten Male zum Vorschein kommen, in den untern Abtheilungen aber nur als vereinzelte Seltenheiten sich zeigen, finden sich in den Kalkschiefern schon häufiger: *Eurysternum, Platychelys, Idiochelys, Aplax.*

Ein grosser Reichthum an Fischen ist hier aufgehäuft, darunter als vereinzelte Vorkommnisse Haie und Rochen. Nicht minder zahlreich sind die vorher so spärlichen Krustenthiere, und selbst die Insekten finden sich öfters ein, vor allen die Libellen, deren Adern auf den Flügeln sich nicht selten deutlich erhalten haben. Weit spärlicher sind die übrigen Thierklassen; am ersten noch Kopffüsser: Ammoniten aus der Abtheilung der Planulaten, *Belemnites semisulcatus* und Säpienschulpen, zum Theil mit Dintenbeutel und Mantelabdrucke. Auch die Aptychen nebst den sogenannten Vermiculiten oder Lumbriciten, deren Deutung noch nicht befriedigend gelungen, verdienen ihrer Häufigkeit wegen einer Erwähnung.

Gewöhnlich werden die lithographischen Schiefer als Ablagerungen innerhalb eines Beckens angesehen. Wenn diese Vorstellung auch an einigen Punkten sich rechtfertigen liesse, so lässt sie sich weitaus in dem grössten Theile der Erstreckung dieser Schiefer nicht mehr festhalten, indem selbige in der Regel die Kuppen der Berge ausmachen und von keiner andern Felsart, die dem Becken als umsäumender Rand gedient hätte, umgeben sind. Ein Becken ohne Rand scheint mir aber ebensowenig Dienste leisten zu können als ein Messer ohne Klinge.

Anhang. Die englische Oolithbildung.

Nachdem im Vorstehenden das Verhalten der schwäbisch-fränkischen Juraformation erörtert wurde, ist zum Schlusse noch Rücksicht zu nehmen auf die englische Oolithbildung, weil die den Abtheilungen

der letzteren gegebenen Namen häufig in Anwendung auf die deutschen Glieder der Juraformation gebracht werden, obwohl eine solche Identifizirung mitunter nichts weniger als naturgemäss ist. Die nachfolgende Schilderung bezieht sich auf die südenglische Oolithbildung, wobei der Lias ganz ausser Acht gelassen ist, weil dieser in seiner Gliederung im Allgemeinen gut mit dem deutschen zusammenstimmt; die Reihenfolge, welche also unsern sogenannten braunen und weissen Jura begreift, geht von unten nach oben in folgender Weise.

†) *Lower Oolite* [unterer Oolith].

a) *Inferior Oolite* [Grundoolith]. Sandstein und Sand von gelber, brauner oder graulicher Farbe, meist eisenschüssig und mit Eisenkörnern gemengt, wozu hie und da noch unreine oolithische Kalksteine kommen. Leitversteinerungen: *Pecten personatus* und *demissus, Ostrea Marshi* und *calceola, Terebratula spinosa* und *perovalis, Trigonia costata* und *clavellata, Lima pectiniformis, Ammonites Humphresianus.*

b) *Great Oolite* [Hauptoolith]. Lichtgelber Roggenstein bis 200 Fuss mächtig. Am Fusse desselben finden sich bei Stonesfield die berühmten Kalkschiefer, welche mit Ueberresten von Insekten und *Pterodactylus* auch solche von insektivoren Beutelthieren [*Thylacotherium Prevostii* und *Broderipii,* und *Phascolotherium Bucklandi*] enthalten; mit Unrecht sind diese Schichten früher mit den lithographischen Schiefern identifizirt worden. — In Verbindung mit dem Hauptoolith steht der *Forest-marble,* ein graublauer fester Kalk, und der *Bradford-clay,* letzterer mit *Ostrea costata, Terebratula digona, concinna.* Darüber folgt der *Cornbrash* aus lockerem Kalksteine, Thon und kalkigem Sandsteine bestehend mit *Ammonites discus, Pholadomya Murchisoni, Ostrea Marshi, Terebratula obovata* und *concinna.*

††) *Middle Oolite* [mittlerer Oolith].

c) *Oxford-clay* und *Kelloway-rock.* Letzterer ist eine schwache Kalksteinlage, auf welche der Oxford-Thon folgt, der stellenweise über 500 Fuss mächtig ist und hauptsächlich aus einem dunkel bläulichgrauen, sehr zähen und etwas kalkhaltigen Thon besteht. Leitmuscheln: *Ammonites Jason, caprinus, perarmatus, Lamberti* und *macrocephalus, Trigonia clavellata.*

d) *Coral-rag* [Korallenfels]. Ein 100 bis 200 Fuss ausmachendes Kalkgebilde, von gelblichweisser, oolithischer und massiger Beschaffenheit, reich an Korallen und Konchylien; nach unten in einen gelben, eisenschüssigen und kalkigen Sand übergehend. Leitversteinerungen: *Anthophyllum, Lithodendron, Astraea, Hemicidaris crenularis.*

†††) *Upper Oolite* [oberer Oolith].

e) *Kimmeridge-clay.* Ein dunkel bläulichgrauer bis gelblichgrauer Schieferthon von 100 bis 600 Fuss Mächtigkeit mit *Ammonites biplex, Ostrea deltoidea, Exogyra virgula.*

f) *Portland-stone.* Der Portlandkalk besteht hauptsächlich aus gelblichgrauen erdigen und aus weissen, fein oolithischen Kalksteinen mit *Ammonites planulatus, biplex* und *gigas, Terebratula portlandica, Trigonia incurva* und *gibbosa, Astarte cuneata, Pinna ampla.*

Die 3 ersten Unterabtheilungen [a, b und c] umfassen den Buch'schen braunen Jura [unsern Griessandstein und Eisenoolith], die drei letzten den weissen Jurakalkstein; aber schon diese kurze Schilderung der englischen Verhältnisse lässt ausreichend ersehen, wie bei einem unverkennbaren gemeinsamen Typus gleichwohl im Einzelnen auffallende Abweichungen in der Ausprägung der Abtheilungen eintreten. So ist z. B. der englische Kalk hauptsächlich als Roggenstein entwickelt, während dem schwäbisch-fränkischen die Oolithbildung ganz abgeht; dagegen lässt sich Dolomit und lithographischer Schiefer in England nicht nachweisen, denn eine Parallelisirung der letzteren mit dem Portland hat doch allzuwenig Stützpunkte. Selbst in England ist die Ausbildung der Juraformation sehr verschieden, indem in dem nördlichen Theile dieses Landes der untere Oolith ganz anders als in dem vorhin charakterisirten südlichen Theile beschaffen ist. Die an 800 Fuss mächtige Hauptmasse desselben bildet nämlich ein kalkiger und eisenschüssiger Sandstein [*Dogger*] mit Schieferthonen und Kohlenflötzen, die zum Theil abgebaut werden; der Hauptoolith ist auf zwei Bänke von Kalkstein beschränkt, wovon die eine 30, die andere 6 Fuss mächtig ist. Auch nach den Versteinerungen, obwohl die Analogien nicht zu verkennen sind, lässt sich doch kein durchgreifender Parallelismus herstellen, so dass es demnach zu falschen Vorstellungen führt, wenn man die englischen Namen unbedingt auf die süddeutschen Abtheilungen der Jurakalkgruppe überträgt.

3. Der Wälderthon.

Den Namen Wälderthon [*Wealdclay*] trägt diese Ablagerung deshalb, weil sie zuerst genauer im Walde von Sussex untersucht wurde. Obwohl in England, in der Normandie und Norddeutschland ziemlich verbreitet, mitunter sogar eine Mächtigkeit von 1200 Fuss gewinnend, ist sie doch mehr eine lokale Bildung, die zwischen dem Portlandkalke und der Kreideformation eingeschaltet ist und in beide zugleich übergeht.

In England unterscheidet man 3 Abtheilungen: 1) den Purbeckkalk, ein grauer mergeliger Kalkstein mit zahlreichen Süsswasser-Konchylien; 2) Hastingssand, ein eisenschüssiger Sand und Sandstein mit untergeordneten Schichten von Mergel, Thon und Walkerde, auch mit Brocken und schwachen Lagen von Braunkohle; 3) Wälderthon, ein bläulichgrauer, zäher und fetter Thon mit Lagen von Sandstein, Kalkstein und Thoneisenstein. — Aehnlich ist die norddeutsche Wälderthon-Gruppe, die sich von Helmstedt bis an die holländische Grenze hinzieht und in ihrer mittlern Abtheilung mehrere Flötze von Steinkohlen enthält, die an Güte den englischen nicht nachstehen und daher abgebaut werden.

Sehr interessant ist der Wälderthon wegen seiner Versteinerungen. Die Pflanzen gehören hauptsächlich den Cykadeen und Farrn an und sind denen des Lias und Juras sehr ähnlich. Mit zahlreichen Süsswasser-Konchylien: *Unio, Cyrena, Cyclas, Paludina, Melania,* stellen sich zugleich marine ein, wie *Ostrea, Corbula, Mytilus* und *Modiola.* Millionenweise kommt *Cypris* vor. Die Ueberreste von Fischen stimmen zum Theil mit denen des obern Juras überein. Höchst merkwürdig sind die Reptilien. Mit Süsswasser-Schildkröten [*Emys, Platemys, Tetrasternon*] finden sich Meeres-Schildkröten [*Chelone obovata*] ein. Unter den Sauriern erscheinen riesenhafte Formen. So z. B. der *Megalosaurus,* der für identisch mit dem *M. Bucklandi* aus den Schiefern von Stonesfield angesehen wird und eine Länge von 40 bis 50 Fuss erreichen mochte; ferner der *Iguanodon,* dessen Grösse früher auf 60 bis 80 Fuss berechnet, von Owen aber auf 28 reduzirt wurde; nicht minder gigantisch sind wohl *Pelorosaurus* und *Hylaeosaurus* gewesen. Aus Röhrenknochen hat man auch einen *Pterodactylus* erkannt, der doppelt so gross als *Pt. crassirostris* sein mochte. Neuerdings sind auch in Purbeckschichten Kieferfragmente gefunden worden, in denen Owen eine neue Säugthiergattung, *Spalacotherium,* verwandt mit *Thylacotherium,* erkannte.

V. Die Pläner- oder Kreide-Formation.

Man bezeichnet diese grosse, das Flötzgebirge abschliessende und aus verschiedenartigen Kalk- und Sandsteinen bestehende Abtheilung gewöhnlich mit dem Namen der Kreide- und Grünsandstein-Formation, weil Kreide und Grünsandstein ihre am meisten charakteristischen, wenn gleich nicht ihre ausschliesslichen Glieder sind, indem auch noch anders beschaffene Sand- und Kalksteine, so wie Mergel und Thone innerhalb ihres Gebietes auftreten. Da man nun in Sachsen bereits die Hauptgesteine derselben als Plänermergel, Plänerkalk und Plänersandstein unterscheidet, so könnte man das ganze Kreidegebirge am füglichsten als Pläner-Formation benennen.

In petrographischer Beziehung wird diese Formation charakterisirt durch ihre Einlagerung zwischen Jura- und Tertiärgebirge, ihre weissen Kalksteine und ihre meist grün gefärbten Sandsteine. In paläontologischer Hinsicht zeichnet sie sich dadurch aus, dass zum ersten Male unter den Fischen Cykloiden und Ctenoiden sich einstellen, und zwar sehr zahlreich; überdies mit mehreren Gattungen, die noch, wenn auch in andern Arten, in unsern Meeren leben. Ammoniten und Belemniten sind häufig vorhanden, zum Theil, nebst andern Gattungen von Kopffüssern, in eigenthümlichen Formen. Die Rudisten [Hippuriten] sind dieser Formation ausschliesslich zuständig. Die echten Dikotyledonen finden sich bereits mit einigen Vorläufern ein.

Die Kalksteine der Plänerformation sind als Kreide, gemeine Kalksteine und Mergel zu unterscheiden.

Die Kreide ist eine dieser Formation ausschliesslich zuständige Varietät des kohlensauren Kalkes, welche aus feinerdigen Theilen

besteht und hauptsächlich durch ihre Verwendbarkeit als Schreib- und Farbematerial ausgezeichnet ist. In ungeheurer Häufigkeit sind ihr ausserdem mikroskopische Foraminiferen und auch noch Kieselpanzer von Infusorien eingemengt, in manchen Abänderungen so zahllos, dass man auf einen Kubikzoll Gestein eine Million solcher Schalen annehmen darf. Aus dem lockeren weichen Zustande geht die Kreide auch in einen festeren, sowie in Kreidemergel über. Sie ist geschichtet und durch vertikale Klüfte und Risse häufig zertheilt, so dass daraus pfeilerförmige Felsen hervorgehen.

Ein gewöhnlicher Begleiter der Kreide ist der Feuerstein [Flint], der ebenfalls häufig verkieselte Foraminiferen, Infusorien und Fragmente von Spongiten einschliesst. Er ist gewöhnlich in schwarzen Knollen ausgeschieden, die in schnurgeraden und unter sich parallelen Lagen verlaufen und durch ihre dunkle Farbe auf weissem Grunde die Schichtung des Gesteines markiren. Wo die Schichten aufgerichtet oder gewunden erscheinen, folgen die Feuersteinlagen ihnen gleichfalls in dieser Richtung.* Gewöhnlich sind die Knollen isolirt, nicht selten bilden sie aber auch zusammenhängende Lagen und Schichten, mitunter erscheinen sie sogar als förmliche, die Kreideschichten schneidende Gänge. Noch ist zu erwähnen die Tuffkreide von Mastricht, welche daselbst die weisse Kreide überlagert und zahlreiche Versteinerungen enthält.

Ausser der Kreide sind geschichtete dichte Kalksteine häufig verbreitet, gewöhnlich hellfarbig und den Jurakalken höchst ähnlich, sehr selten von rother oder schwarzer Farbe. Bisweilen zeigen diese dichten Kalksteine eine Neigung zu krystallinisch-körniger Ausbildung, wie z. B. der Hippuritenkalk am Untersberg bei Reichenhall. Man kann also innerhalb des Kalkgebietes der Plänerformation selbst augenfällig nachweisen, wie seine Gesteine aus dem deutlich krystallinischen Gefüge ins Dichte und zuletzt in das Feinerdige der festen und weichen Kreide wechseln, als Erzeugnisse eines und desselben chemischen Prozesses, aber in verschiedenen Abstufungen seiner Ausbildung.

Zu den gewöhnlichen Vorkommnissen gehören die Kreidemergel, welche gewöhnlich grau oder grünlich- und gelblich-weisslich, meist dünn geschichtet und von flachmuscheligem und erdigem Bruche sind. Häufig enthalten sie grüne Glaukonitkörner, wodurch die sogenannten chloritischen Kreidemergel hervorgebracht werden; nehmen sie viele Quarzkörner auf, so gehen sie in kalkige Sandsteine über.

Das zweite Hauptglied in der Plänerformation bilden die Sandsteine, welche entweder von weisser, gelber, brauner oder durch eingemengte Glaukonitkörner von grüner Farbe sind. Ihr vorwaltender

---

* Auf Wight und Purbeck kommt der interessante Fall vor, dass die Aufrichtung der Schichten zugleich mit einer Zertrümmerung aller Feuersteinknollen, deren Risse und Klüfte aber wieder mit Kreide ausgefüllt sind, verbunden ist. Dieser Fall lehrt überzeugend, dass die Aufrichtung wie die Zertrümmerung zu einer Zeit erfolgte, wo die Kreidemasse offenbar noch im plastischen Zustande sich befand.

Bestandtheil sind die Quarzkörner, welche durch ein kieseliges, thoniges, kalkiges oder eisenschüssiges Bindemittel verbunden sind. Die Schichtung ist bald mehr, bald weniger deutlich, öfters sehr grossmassig; da hiezu eine vertikale Zerklüftung kommt, so lassen sich die Sandsteine meist leicht in Quadern brechen, daher der Name Quadersandstein. In manchen Gegenden, wie zumal in der sächsisch-böhmischen Schweiz, stellt er sich in herrlichen grotesken Felsenparthien dar.

Mitunter erscheinen diese Sandsteine in einem hohen Grade krystallinischer Ausbildung, namentlich in Sachsen und Böhmen, indem die Quarzkörner nicht blos unmittelbar aneinander haften, sondern aus vollständig ausgebildeten, bis erbsengrossen durchscheinenden Quarzkrystallen bestehen; zum Beweise, wie Naumann sich ausdrückt, „dass manche dieser Sandsteine als wirkliche krystallinische Gebilde aus einer Kieselsolution entstanden sind.“

Andere verwandte Sandsteine mit kieseligem Bindemittel erlangen hiedurch eine hornsteinähnliche oder quarzitartige sehr feste Beschaffenheit, während die mit thonigem oder kalkigem Cäment minder fest erscheinen. Zu den ausgezeichnetsten Abänderungen gehören die Grünsandsteine, welche ihre Färbung den zahlreich eingemengten Glaukonitkörnern verdanken, und nächst der Kreide das am meisten charakteristische Glied der Plänerformation sind. Zu den Abänderungen des Sandsteins gehört auch der in manchen Gegenden, z. B. bei Amberg, Bodenwöhr, vorkommende Tripel, der ein erdiger, leicht zerreiblicher oder ziemlich verhärteter Quarz ist, von weisslicher, graulicher oder gelblicher Farbe, dabei undurchsichtig und etwas rauh anzufühlen.

Von mehr untergeordneter Bedeutung sind die Thone und Schieferthone, obwohl sie mitunter auch eine besondere Mächtigkeit erlangen, wie dies die Hilsthone und der Galt beweisen. Die Thone sind meist dunkelgrau, selten bunt, oft mit Glaukonitkörnern gemengt; am Kaukasus, in der Krim und in Südamerika finden sich auch mächtige Lager von Thonschiefer ein.

Dolomit und Gips gehören zu den sehr seltenen Erscheinungen: Steinsalz ist nur in Algerien im Hippuritenkalk gefunden worden. Kohlen sind ebenfalls sehr spärlich, doch bei Wenig-Rackwitz in Schlesien und Grünbach in Oesterreich bauwürdig. Bohnerze, Brauneisenstein und Thoneisenstein kommen auch hie und da vor.

Bei der grossen Verschiedenartigkeit der Ausbildung der Kreideformation innerhalb ihrer einzelnen Verbreitungsbezirke kann man gleichwohl bezüglich ihrer Lagerungsverhältnisse im Allgemeinen vier Abtheilungen unterscheiden, von denen zwei die untere, die zwei andern die obere Gruppe bilden, auf welche sich auch die 7 Etagen, in welche D'Orbigny diese Formation zertheilte, reduziren lassen.

Untere Quarz-Gruppe. { 1. Hilsbildung = Neokombildung, *Néocomien.*
{ 2. Galt = *Aptien* und *Albien.*

Obere Gruppe.	3. Turonbildung = *Cénomanien* und *Turonien;* Grünsandstein und Kreidemergel. 4. Senonbildung = *Sénion* und *Danien;* Kreide und deren Aequivalente.

Es ist hiebei zu bemerken, dass die Plänerformation selten in einer Gegend vollständig entwickelt ist, wie solches in Südengland und Nordfrankreich der Fall ist. Dagegen fehlt der Galt an den allermeisten Punkten Deutschlands; in Sachsen, Böhmen und Schlesien überdies auch noch die Hilsbildung, dafür ist hier die Turonbildung als Quadersandstein und Plänerkalk von grosser Mächtigkeit, die weisse Kreide erscheint aber erst in Pommern und auf der Insel Rügen.

a) Untere Gruppe.

Wird als Hilsbildung [Neokombildung *, *lower greensand*] und Galt [Gault] unterschieden.

1. Hils- oder Neokombildung von sehr verschiedener petrographischer Beschaffenheit. In England, wo sie mitunter 700 Fuss erreicht, besteht sie aus sandigen grünlichen Thonen und Mergeln, glaukonitreichem Sande mit Sandstein- und zum Theil auch Kalkbänken. Im teutoburger Walde wird eine mächtige Sandsteinablagerung als Neokombildung erklärt; in Hannover und Braunschweig ist es ein bis 1000 Fuss mächtiger Thon [Hilsthon], der nach unten in Kalkstein, nach oben in Sandstein übergeht. In der Schweiz wird die Neokombildung als Spatangenkalk und Rudisten- oder Kaprotinenkalk unterschieden.

Bei der grossen Verschiedenartigkeit des Gesteinscharakters wird die Hils- oder Neokombildung hauptsächlich durch die Uebereinstimmung in den Petrefakten erkannt. Als wichtigste Leitversteinerungen sind hiebei folgende zu beachten: *Toxaster complanatus, Pyrina pygaea, Terebratula oblonga, lata, sella, depressa, Exogyra Couloni, Pecten crassitesta, Perna Mulleti, Pholadomya elongata, Caprotina ammonia, Ammonites radiatus* und *asterianus, Belemnites dilatatus.*

2. Der Galt [Gault]. In England ein selten über 100 Fuss mächtiger Thon, sehr fettig, von grauer, bis bläulichschwarzer Farbe, nach oben mit Glaukonitkörnern. Im Bassin der Seine besteht er wesentlich aus Thon und glaukonitischem Sande oder Sandstein; in den schweizer Alpen entweder aus grünen und schwarzen Sand- und Kalksteinen, oder aus dunkelgrünen Schiefern, quarzigem Sand- und Grünsandschiefer mit Kalksteinlinsen. Leitversteinerungen sind: *Plicatula placunea* und *radiola, Inoceramus sulcatus* und *concentricus, Ostrea aquila, Trigonia aliformis, Rostellaria Parkinsonii, Ammonites mammillatus* und *splendens, Belemnites minimus, Hamites rotundus;* Rudisten fehlen ganz.

---

* *Etage néocomien* ist abgeleitet von *Neuchâtel, Neocomum,* heisst daher so viel als die neuenburgische Lage.

b) Obere Gruppe.

Begreift die sogenannte Turon- und Senonbildung, d. h. die Hauptmasse der Quader- oder Grünsandsteine und der Kreidemergel nebst der eigentlichen Kreide mit Feuersteinen. Beide Abtheilungen können im Allgemeinen nicht strenge voneinander geschieden werden, doch nimmt die eigentliche Kreide immer die obere Lage ein, während die übrigen Gesteinsbildungen mannigfaltig miteinander wechseln.

Versteinerungen.

Aus der gesammten Pläner- oder Kreide-Formation zählt Bronn über 5000 Arten von Versteinerungen auf, wovon nur wenig über 100 auf die Pflanzen kommen; der wesentliche Charakter der letzteren ist schon vorher bemerklich gemacht worden.

1. Wirbelthiere. Warmblüter werden noch ganz vermisst; zwar hatte früher Owen nach einigen Fussknochen aus englischer Kreide auf einen albatrosähnlichen Vogel [*Cimoliornis diomedeus*] geschlossen; allein es hat sich später gezeigt, dass diese Ueberreste von einem *Pterodactylus* herrühren. Von hohem Interesse sind die Reptilien. Ausser einigen Schildkröten, zu *Chelone* und *Platemys* gehörig, sind es Saurier, die theils älteren Gattungen, theils neu eintretenden zuständig sind. Unter ersteren sind besonders bemerkenswerth die Flugsaurier aus der weissen Kreide von Kent, nämlich *Pterodactylus Cuvieri*, *giganteus* und *compressirostris*, deren Spannweite für die erste und letzte Art auf 15 bis 18 Fuss berechnet wird. *Plesiosaurus Bernardi*, *constrictus* und *pachyomus*, so wie *Ichthyosaurus campylodon* gehören ebenfalls England an. Demselben Lande zuständig ist der *Iguanodon Mantelli* aus dem untern Grünsande und von Owen für identisch mit dem der Wälderbildung erklärt. Die 6 — 7 Arten von *Mosasaurus* sind auf die Plänerformation beschränkt, darunter der *M. Hofmanni* vom Petersberg bei Mastricht, dessen Länge auf 26 Fuss geschätzt wird, wovon der Schädel allein 3′ 9″ ausmacht; etwas kleiner ist *M. Mitchilli* aus der obern Kreide von New-Jersey.

Bemerkenswerth sind noch *Liodon anceps* und *Polyptychodon interruptus* aus England, die aber ebenfalls im Grünsandsteine bei Kelheim gefunden wurden. — Des Hauptcharakters der Fisch-Fauna wurde schon vorhin gedacht.

2. Weichthiere. Sehr bezeichnend sind die Kopffüsser und Rudisten. Von ersteren treten als dieser Formation eigenthümliche Gattungen auf: *Crioceras, Scaphites, Hamites, Ptychoceras, Baculites, Turrilites*; von *Toxoceras* und *Ancyloceras* gehören wenigstens die meisten Arten hieher. Unter den Ammoniten, von denen es mehr als 200 Arten in der Plänerformation giebt, sind ihr ausschliesslich zuständig die Abtheilungen *Ammonites cristati, pulchelli, rhotomagenses, compressi, angulicostati* und *ligati*. Von den Belemniten sind sehr charakteristisch diejenigen Arten, wo die Rinne an der Basis einen förmlichen Spalt bildet, z. B. *Belemnites mucronatus*. Die ganze Familie der Rudisten

mit den Gattungen *Hippurites*, *Caprina*, *Caprinula*, *Ichthyosarcolithus*, *Radiolites*, *Biradiolites*, *Caprotina* und *Requienia*, ist auf die Kreideformation beschränkt. Als Leitmuscheln sind weiter zu bezeichnen: *Terebratula* [*Magas*] *pumila*, *T.* [*Thecidea*] *papillata*, *T. carnea*, *plicatilis*, *Crania striata*, *Gryphaea vesicularis*, *Exogyra columba* und *haliotoidea*, *Inoceramus concentricus* und *striatus* u. s. w.

3. Gliederthiere. Nur Krustenthiere und Ringelwürmer, keine Landbewohner.

4. Strahlthiere. Die Seesterne sind nicht sehr häufig; unter ihnen besonders verbreitet *Apiocrinites ellipticus* und *Marsupites ornatus*. Ganz ausserordentlich zahlreich sind die Seeigel, von denen hier zu erwähnen: *Galerites albogalerus*, *Hemiaster bufo*, *Micraster cor-anguinum*, *Toxaster complanatus*, *Ananchytes ovatus* u. s. w. — Auch die Korallen sind reichlich vorhanden; Schalen von meist mikroskopischen Foraminiferen und Kieselpanzer von Infusorien sind in der Kreide und in den Kreidemergeln in grosser Anzahl nachgewiesen worden.

IV. Klasse.

Das Tertiärgebirge.

Wie in der vorhergehenden Klasse machen die Hauptglieder der ganzen Abtheilung Sandsteine, Kalksteine, Thone und Kohlen aus, aber nicht mehr in der allgemeinen Verbreitung und in der gleichmässigen Lagerungsfolge, sondern sie sind meist mehr lokale und sehr verschiedenartige Bildungen, die keine durchgreifende allgemeine Parallelisirung gestatten. Die mit vorkommenden basaltischen und trachytischen Gesteine erweisen sich als echte Glieder dieser Klasse nicht blos, wenn sie in untergeordneten Verhältnissen als eingeschaltete Lager und Gänge erscheinen, sondern auch dann, wenn sie als selbstständige Felsarten frei zu Tage treten; nach der Ansicht der vulkanistischen Schule ist sogar die ganze Basalt- und Trachytbildung erst in der Tertiärperiode erfolgt. In petrographischer Beziehung ist die Trennung von der Kreideformation nicht scharf ausgesprochen; desto mehr aber nach der in dem Tertiärgebirge abgelagerten Fauna und Flora, wenn gleich es auch nach dieser Richtung hin einzelne Anknüpfungspunkte giebt, wo Tertiär- und Kreide-Petrefakten sich miteinander vermengen. Die warmblütigen Wirbelthiere, in den älteren Formationen mit höchst seltenen und vereinzelten Ausnahmen ganz fehlend, stellen sich im Tertiärgebirge auf einmal in grosser Menge, und zwar nicht blos in ausgestorbenen, sondern auch noch lebenden Gattungen ein. Neben Schildkröten und Sauriern sind jetzt auch zum ersten Male Schlangen und Batrachier vertreten; unter den Fischen sind die Knochenfische überwiegend und kommen zum Theil sehr mit den lebenden überein. Die Ammoniten und Belemniten sind völlig verschwunden, dagegen Insekten, wenigstens in manchen Ablagerungen, in ziemlicher Anzahl vorhanden. Der Unterschied zwischen Land- und

Wasserbewohnern, ebenso zwischen Süsswasser- und Meeresbewohnern ist scharf ausgesprochen. Die Dikotyledonen und Koniferen sind über die andern Pflanzengruppen überwiegend; Laubbäume machten den Hauptbestand der Waldungen aus. Der Charakter der Flora und Fauna der Tertiärperiode stimmt daher in seinen Grundzügen zunächst mit dem der Jetztzeit überein; die Typen derselben, wenngleich zum Theil nicht mehr in lebenden Gattungen repräsentirt, schicken sich in die allgemeine Ordnung der Dinge, die dermalen obwaltet.

Obwohl einige der älteren Tertiärformationen eine beträchtliche Ausbreitung erlangen, so sind doch weit die meisten vereinzelte lokale Bildungen und als solche in allen Welttheilen vorgefunden. Was dabei bemerkenswerth, ist, dass selbst die einander zunächst liegenden Tertiärablagerungen grosse Verschiedenheiten sowohl hinsichtlich ihrer Gesteinsbeschaffenheit als ihres Petrefaktengehaltes darbieten. Da in manchen nur Meeresthiere, in andern blos Süsswasser- oder Landthiere, in noch andern beide miteinander vermengt, oder doch blos schichtenweise geschieden, vorkommen, so sieht man gewöhnlich die Tertiärablagerungen als Bildungen in Becken an, die je nach dem Einströmen von Meeres- oder Süsswasser einen darnach verschiedenen Inhalt an organischen Wesen erlangten. Diese Vorstellung mag in einigen Fällen sich rechtfertigen lassen, in den meisten aber nicht, denn wo, wie so häufig, die Tertiärgesteine als Kuppen den Höhen aufgesetzt sind, fehlt der Rand, ohne den ein Becken nicht gefüllt werden kann; man müsste denn, wie es allerdings geschehen, zur Ausrede greifen, dass ein solcher Rand in späteren Zeiten zerstört worden ist, wofür jedoch kein Beweis beigebracht werden kann. Da das Tertiärgebirge den Schluss der Gebirgsbildung ausmacht, so wird man für selbiges den gleichen Bildungsmodus wie für alle früheren Gebirgsformationen postuliren dürfen. Mit den Tertiärablagerungen ist das zum Aufbau der Gebirgsmassen bestimmte ursprüngliche Bildungsmaterial erschöpft; was noch in der späteren Zeit als Diluvium und Alluvium nachfolgt, ist sekundären Ursprunges, aus der Zertrümmerung älterer Gesteine hervorgegangen.

Wo die Tertiärformationen zu einer grösseren Entwickelung gelangt sind, lässt sich, wie bei allen andern Gebirgsbildungen, nach der Reihenfolge und dem Wechsel der dieselben zusammensetzenden Gesteine, sowie nach den damit in Verbindung stehenden Aenderungen des paläontologischen Charakters eine feste, nach der Altersfolge geordnete Gruppirung aufstellen. Bei der grossen Verschiedenartigkeit der Tertiärgebilde aber lassen sich die für eine derselben gewonnenen Bestimmungen nicht ohne Weiteres auf eine andere übertragen, und da manche auch keinen Wechsel differenter Gesteine und Petrefakten zeigen, so benutzten Deshayes und Lyell, um wenigstens im Allgemeinen Altersunterschiede in den Tertiärablagerungen aufstellen zu können, das Prozentverhältniss, in welchem in letzteren die ausgestorbenen Arten von Konchylien zu denjenigen stehen, welche mit noch lebenden für identisch angesehen werden. Sie gingen dabei von der

auf ihre Beobachtungen gestützten Voraussetzung aus, dass im Fortgange der Entwickelung des Tertiärgebirges der Charakter der Thierwelt immer gleichartiger mit dem des jetzigen Bestandes wird, und darnach haben sie für die Tertiärzeit drei Altersperioden angenommen, denen LYELL den Namen der Eocän-, Miocän- und Pliocänperiode beilegte, letztere abermals in eine ältere und jüngere scheidend. Der Ausdruck Eocän soll den Anfang der Thierwelt in der Tertiärzeit bezeichnen; nur $3^1/_2$ Prozent der aus dieser Periode herrührenden fossilen Konchylien soll mit lebenden Arten übereinkommen. Beispiele sind der londoner Grobkalk und der londoner Thon. In der Miocän-Periode, wozu die Tertiärablagerungen von Wien, Turin und Bordeaux gezählt werden, sollen unter den fossilen Konchylien 18 Prozent noch lebende enthalten sein. Die ältere Pliocän-Periode, wozu der englische Crag und die subapenninen Ablagerungen gerechnet werden, hat 35 bis 50 Prozent, und die neuere Pliocän-Periode, der die jüngeren marinen Gebilde von Sizilien, Ischia und Toskana zugetheilt werden, hat 90 bis 95 Prozent noch lebende Arten unter ihren fossilen Konchylien aufzuweisen.

So annehmlich diese Abtheilungen auch auf den ersten Anblick erscheinen, so hat ihre Gültigkeit doch mannigfachen Widerspruch erfahren. AGASSIZ * meint sogar, dass diese Verhältnisse blos den Grad der Aehnlichkeit zwischen den fossilen Arten der ältern Perioden der Tertiärformation und den jetztlebenden, keineswegs aber eine vollkommene Identität derselben begründen könnten, und dass die neuere Pliocänperiode ganz oder doch grösstentheils zur jetzigen Epoche, d. h. zu der des Menschen gehören dürfte. Wenn auch Letzteres richtig sein möchte, so ist doch AGASSIZ, obwohl ihm später D'ORBIGNY ebenfalls beipflichtete, wohl zu weit gegangen mit der Behauptung, dass eine totale Differenz zwischen den tertiären und den lebenden Konchylien bestehe und übereinstimmende Arten erst nach dem Ablaufe der Tertiärperiode gefunden würden. Hiegegen sprechen die ebenso genauen als umfassenden Untersuchungen, welche PHILIPPI mit den Konchylien der Tertiärablagerungen Unteritaliens und Siziliens vorgenommen hat, und wornach ihm kein Zweifel geblieben ist, dass nicht eine wirkliche Identität zwischen gewissen lebenden und fossilen Arten stattfindet. Auch D'ORBIGNY kann es nicht abläugnen, dass wenigstens ein kleiner Prozentbetrag identischer Arten vorhanden ist, und andere Beobachter haben die Richtigkeit solcher Uebereinstimmung nach verschiedenen Graden konstatirt. Es hat aber PHILIPPI ** durch eben diese Untersuchungen noch weiter dargethan, dass der Prozentgehalt an identischen Arten zu einem Eintheilungsprinzip nicht geeignet ist, da er für eine jede Lokalität das Verhältniss zwischen den lebenden und ausgestorbenen Arten anders fand. Die Quote der letzteren weist er als wechselnd zwischen 0,73 und 0,015 nach, und er fragt deshalb,

* Geolog. u. Mineralog. von Buckland. I. S. 91.
** Jahrb. f. Mineralog. 1842. S. 312.

was im Angesicht solcher Thatsachen aus der Eintheilung in Eocän, Miocän und Pliocän werden solle.

Wie für die Konchylien, so stehen sich auch für die Säugthiere die Ansichten über die Zulässigkeit der Unterscheidung von Altersperioden schroff gegenüber. H. v. MEYER * erklärt sich gegen jede Trennung der Tertiärperiode in mehrere Abtheilungen, die man auf die Voraussetzung einer regelmässigen chronologischen Reihenfolge der in denselben begrabenen organischen Wesen begründen wollte. Die Säugthiere derselben sieht er alle für erloschen an und es haben kaum einige von ihnen noch die Diluvialzeit erlebt. Nach seiner Ansicht bestehen für die Periode, die zwischen dem Ende der Kreideperiode und dem Anfange der noch gegenwärtig fortdauernden liegt, nur 3 Altersstadien: Nummulit [ohne Säugthiere], Molasse und Diluvium; jede weitere chronologische Abtheilung bezeichnet er als unzulässig. — Ganz im Gegensatze hiemit behauptet GÉRVAIS **, dass in der Tertiärperiode das Auftreten der Säugthiere in regelmässiger chronologischer Reihenfolge vor sich gegangen ist, und dass demnach im Laufe der Zeit verschiedene Faunen aufeinander gefolgt sind.

Bei solchem Widerspruche der Meinungen bezüglich der Frage, ob innerhalb der Tertiärablagerungen bestimmte Altersgruppen für ihre organischen Einschlüsse unterschieden werden dürfen, ist die Entscheidung schwierig. Da indess die Mehrzahl der Paläontologen diese Frage bejahend beantwortet hat, auch eine grössere Annäherung der organischen Wesen in den entschieden jüngeren Tertiärgebilden an die der Diluvialzeit sich nicht verkennen lässt, so dürfte man, trotz einzelner lokalen Ausnahmen, doch wohl mit BRONN***, der sich am gründlichsten mit dieser schwierigen Erörterung befasst hat, annehmen, dass im Allgemeinen zwei solcher Gruppen sich unterscheiden lassen: eine untere, ältere [eocäne Bildung] und eine obere jüngere [neogene Bildung]; die letztere begreift also die miocänen und pliocänen Ablagerungen zugleich in sich. In dieser Ansicht stimmt auch HOERNES † bei, indem er bemerklich macht, dass während nach genauen Vergleichungen von eocänen und neogenen Petrefakten bei tausend Arten kaum einige wenige übereinstimmen, dagegen von miocänen und pliocänen Versteinerungen die meisten Spezies identisch sind, wenn gleich ihre Formen in den untern und obern Schichten gewisse Variationen erleiden.

BRONN stellt die Unterschiede zwischen der untern und obern Tertiärgruppe in folgender Weise dar. Identische Arten auf beiden Seiten sind sehr selten und sogar die Gattungen der Säugthiere, der Pflanzen u. A. grösstentheils andere; dort nur ausgestorbene Arten, hier eine mehr und weniger erhebliche Anzahl noch lebender; dort

* Ueber die Reptilien u. Säugth. der verschiedenen Zeiten der Erde. Frkft. 1852.
** *Compt. rend.* XXXIV. p. 516.
*** *Lethaea geognost.* 3. Aufl. VI. S. 28.
† NAUMANN's Geognos. II. S. 1032.

noch eine grössere Universalität der organischen Charaktere, hier ein allmähliges Anpassen der organischen Formen an das jetzige örtliche Klima, wenn auch noch überall an eine höhere Durchschnitts-Temperatur und einen milderen Winter erinnernd als jetzt denselben Gegenden zusteht, bis zum Eintritte der Zeit, wo die letzten Gebeine ausgestorbener Elephanten- und Nashorn-Arten mit subalpinen Heliceen-Formen im Lösse begraben wurden. Diese Grenze zwischen beiden Gruppen ist nicht nur in grösseren Umrissen durch die wichtigsten organischen Merkmale festgestellt; sie ist fast stets auch scharf und lässt sich in Europa wie in Amerika gleichlaufend geologisch durchführen. Die untere Gruppe wird von Seiten der Pflanzenthiere charakterisirt durch die Nummuliten-Abtheilungen, welche ihr ausschliesslich angehören, von Seiten der Säugthiere durch die Anoplotherien, Paläotherien, Lophiodonten und ihre gewöhnlichen Begleiter, von Seiten der Meerespflanzen durch die bekannten Fukoiden aus der Gattung *Chondrites*, und von Seiten der Landvegetation durch eine auffallende Menge von Proteaceen, deren Vertreter jetzt hauptsächlich die südliche neuholländische und afrikanische Halbkugel charakterisiren. — Die obere Gruppe hat unter den Säugthieren die Halianassen, Dinotherien, Mastodonten, Elephanten, Nashörner und manche jetzt denselben Gegenden angehörende Gattungen und eine Baumvegetation mit vorherrschenden Amentaceen, Acerineen, Juglandeen, Laurineen und nächst verwandten Familien zu eigen, wie solche jetzt im wärmeren Nordamerika und den Mittelmeer-Gegenden hauptsächlich vorkommen. — Auch die Insekten- und Konchylien-Welt in etwas geringerem Grade zeigt einen ähnlichen Gegensatz; sie sind dort von tropischem, hier von kaum subtropischem, oft an Nordamerika und Japan erinnerndem Charakter, der allmählig in den heutigen übergeht.

Was die nähere Schilderung der organischen Welt der Tertiärperiode anbelangt, so wird diese im folgenden Kapitel zugleich mit der des Fluthlandes gegeben werden, indem beide, trotz der Differenzen im Einzelnen, doch durch einen gemeinsamen Grundtypus miteinander verbunden sind.

Die ganze Reihe der Tertiärgebilde ist am vollständigsten in Belgien entwickelt, wo kaum ein wichtiges Glied zu fehlen scheint. Die ältere Gruppe überhaupt ist am vollkommensten in der grossen pariser, londoner, belgischen Tertiärablagerung ausgebildet; von der oberen Gruppe ist der ältere Theil am besten um Mainz, Wien und Bordeaux, der jüngere Theil in den Apenninen ausgeprägt. Bei der grossen Verschiedenartigkeit, welche die einzelnen Tertiärablagerungen sowohl in petrographischer als paläontologischer Beziehung darbieten, würde es nothwendig werden, um ein vollständiges Bild zu erhalten, wenigstens die hauptsächlichsten lokalen Tertiärgebilde zu schildern, was hier nicht unsere Aufgabe sein kann. Wir begnügen uns daher hier nur einige allgemeinere Erläuterungen über die wichtigsten Gesteine, welche das Tertiärgebirge zusammensetzen, beizubringen und

etliche der wichtigsten, ihr angehörigen Gebirgsformationen im Besonderen zu schildern.

Wie schon erwähnt, sind Sandsteine, Kalkgesteine, Thone und Kohlen die Hauptglieder des Tertiärgebirges, denen sich noch hie und da Basalte, Klingsteine und Trachyte anschliessen.

Die Sandsteine sind je nach den lokalen Ablagerungen von sehr verschiedenartiger Beschaffenheit, gehen jedoch selten in Konglomerate über. Süsswasserquarze sind dichte oder feinkörnige, gewöhnlich poröse und zellige Quarzgesteine, die häufig Süsswasser-Konchylien einschliessen und eine grosse Härte zeigen, wie z. B. der Mühlsteinquarz bei Paris. In ungeheurer Mächtigkeit tritt oft der Quarz als loser Sand auf, und zwar häufig mitten zwischen festen Gesteinen, die ihn über- und unterlagern; dies, sowie sein häufiger Uebergang in feste, ihm eingelagerte Sandstein-Massen beweist, dass diese Sandbildungen als ursprüngliche anzusehen sind.

Die Kalkgesteine erscheinen als gewöhnliche Kalksteine und als Gips. Letzterer ist besonders schön ausgebildet bei Paris, námentlich am Montmartre, und durch seinen Reichthum an fossilen Säugthier-Ueberresten weltberühmt geworden. Die Kalksteine mancher Lokalitäten sind reich an Einschlüssen von Hornstein oder Feuerstein, welche häufig ganz allmählig aus der sie umgebenden Masse sich ausscheiden; manche Kalkschichten sind so stark von Kieselmasse durchdrungen, dass daraus ein Kieselkalk hervorgeht. Wie es Süsswasserquarze giebt, so giebt es auch, und zwar noch häufiger, Süsswasser-Kalksteine, die öfters fast ganz aus Süsswasser-Konchylien bestehen, nebenbei aber auch Landkonchylien und andere organische Reste einschliessen. Nach den Lokalitäten haben die Kalksteine mancherlei Benennungen erhalten, z. B. der Grobkalk von Paris aus der untern, der Leithakalk bei Wien aus der obern Tertiärgruppe.

Nebst mancherlei Mergeln, die z. B. in den subapennischen Tertiärgebilden mitunter eine Mächtigkeit von 1500 bis 2000 Fuss erreichen, sind Ablagerungen von Thon eine häufige Erscheinung und gleich jenen oft sehr reich an organischen Ueberresten; Beispiele solcher Thonbildungen sind der londoner Thon [*London-clay*] von England und der Tegel bei Wien, welche beide zuweilen über 500 Fuss mächtig sind.

Steinsalz scheint ein häufiges Vorkommen im Tertiärgebirge zu sein, wenn gleich an vielen Punkten es noch nicht ganz sicher nachgewiesen ist, dass es dieser Formation zuständig ist. Dies ist indess ausser allen Zweifel gesetzt für die grossen Salzablagerungen von Cardona, Peralta und andern Punkten Kataloniens, welche zur Nummulitenbildung gehören und von Gips, rothen Mergeln und Sandsteinen begleitet werden. Ebenso sind die kolossalen Ablagerungen von Steinsalz zu beiden Seiten der Karpathen, darunter die von Wieliczka und Bochnia am berühmtesten sind, der oberen Tertiärgruppe zuständig. Die Salzlager bestehen hier wesentlich aus Salzthon, Steinsalz, Gips

und Mergel in Begleitung von Sandsteinen, Schieferthonen und andern Gesteinen, wozu auch die Schwefellager von Sworzowice gehören.

Zu den charakteristischen Gliedern des Tertiärgebirges gehören schliesslich noch die Braunkohlen, die theils selbstständige Ablagerungen bilden, theils als untergeordnete Lager in andern Tertiärgebilden erscheinen und über welche das Wichtigste schon früher gesagt worden ist, so dass wir sie hier übergehen können. Dagegen verdienen ihrer Wichtigkeit wegen die tertiären Trappgesteine, die Molasse und die Nummulitenbildung eine besondere Betrachtung.

Die Nummuliten- und Flysch-Formation.

Unter allen Gliedern des Tertiärgebirges hat diese Formation die grösste Verbreitung, indem sie einerseits von Spanien an in westlicher Richtung nord- und südwärts der Alpen, andererseits von Marokko an durch Nordafrika nach Aegypten verläuft, und weiterhin durch die Krim, Kleinasien, Persien und Ostindien sich fortsetzt, und dabei mitunter eine beträchtliche Mächtigkeit gewinnt. Sie gehört der Eocängruppe an und besteht aus zwei Hauptabtheilungen, wovon die untere als Nummuliten-, die obere als Flyschbildung bezeichnet wird.

a) Nummulitenbildung.

Sie charakterisirt sich insbesondere durch ihren grossen Reichthum an Nummuliten und andern Foraminiferen; sie besteht theils aus Kalksteinen, theils aus Sandsteinen.

Die Nummuliten-Kalksteine sind grau, gelb, braun, schwarz, auch durch Eisenoxyd roth gefärbt, feinkörnig bis dicht, fest, bisweilen breccienartig, oft mit Sand gemengt, so dass Uebergänge in Sandsteine erfolgen, mit welchen sie auch bisweilen in Wechsellagerung treten. Nummuliten und andere Foraminiferen kommen in diesen Kalksteinen oft in solcher Menge vor, dass letztere fast ganz aus ihnen zusammengesetzt sind. Die meisten ägyptischen Pyramiden sind aus Nummulitenkalksteinen erbaut; die durch ihren Reichthum an fossilen Fischen berühmten schieferigen Kalksteine des Monte Bolca bei Verona gehören ebenfalls hieher.

Die Nummuliten-Sandsteine sind bald mehr thonig, bald mehr quarzig und, wie erwähnt, mit den Kalksteinen in enger Verbindung; sie sind von grauer, gelber, brauner und grüner Färbung und oft sehr reich an oolithischen Eisenerzen, wie dies insbesondere in dem am Nordrande der Alpen fortlaufenden Sandsteinzuge bei Dornbirn am hohen Sentis, bei Sonthofen und am Kressenberge [Teisenberg] bei Traunstein der Fall ist. Indess ist die Stellung, die dem an letzterem Punkte vorkommenden Sandsteine zugewiesen wurde, neuerdings durch Schafhäutl* angestritten worden.

---

* Geognost. Untersuch. des südbayerischen Alpengebirges. S. 62; Jahrb. f. Mineralog. 1852. S. 129, 1854. S. 538.

Genannter Beobachter hat nämlich nachgewiesen, dass unter 128 Arten von Versteinerungen des Kressenberges 32 der Kreide und nur 15 dem Tertiärgebirge angehören. Unter ersteren sind enthalten Belemniten, *Apiocrinites ellipticus cornutus, Crania tuberculata, Baculites anceps, Terebratula carnea, Spondylus spinosus* und *Ostrea vesicularis*, also Formen, die für die Kreide bezeichnend sind. Nun hat zwar auch bereits d'Archiac bemerklich gemacht, dass unter 1262 bestimmbaren Arten der Nummuliten-Fauna 920 eigenthümliche, 323 tertiäre, 5 unzweifelhafte und 14 muthmassliche Kreidearten enthalten sind, eine Vermengung von Kreide- und Tertiärspezies also im Allgemeinen konstatirt ist, allein in einem solchen Grade wie am Kressenberge und zwar mit solchem Vorherrschen der Kreidearten, darunter sogar Belemniten, ist sie noch nirgends weiter beobachtet worden. Wenn daher Schafhäutl nach seinen Erfunden im vollen Rechte ist, den Nummuliten-Sandstein des Kressenbergs seinem Gehalte an Petrefakten nach der Kreideformation zuzuweisen, so wäre es doch, gegenüber den bestimmten Angaben von d'Archiac, nicht zu billigen, wenn man nunmehr ohne Weiteres diese Ansicht auch auf die ganze übrige Nummuliten-Formation, in welcher der tertiäre Charakter der Fauna überwiegend vorwaltet, übertragen wollte. Es wird räthlich sein, das Ergebniss weiterer und an zahlreicheren Lokalitäten vorgenommener Untersuchungen abzuwarten, bevor man über die geognostische Stellung der Nummulitenbildungen überhaupt zu einem bestimmten Ausspruche kommen kann. Soviel ist aber bereits gewiss, dass die Nummuliten-Formation als eine Mittelbildung zwischen Kreide- und Tertiärgebirge erscheint, und dass zwischen beiden keine scharfe Grenze zu ziehen ist; die Gebirgsbildung hat sich ohne Unterbrechung aus der Kreideperiode in die Nummulitenbildung fortgesetzt.

Mit dem Nummuliten-Sandsteine steht, wie dies ebenfalls Schafhäutl nachgewiesen hat, in innigster Beziehung der sogenannte Granitmarmor von Neubeuren am Inn, der aber auch noch weiter bei Traunstein, Tölz, Benediktbeuren und Füssen vorkommt. Es ist dies ein fester, gefleckter, sandiger Kalkstein, der eine schöne Politur annimmt und daher in Oberbayern viel verwendet wird. Schafhäutl betrachtet diesen Granitmarmor „als letztes Glied der Kreide, das den Uebergang in die tertiären Gebilde ausmacht, da er neben tertiären Stücken zugleich wohlerhaltene Schalen von Kreidepetrefakten enthält."

Zur Nummuliten-Formation gehörig werden die Steinsalz-Ablagerungen von Katalonien angesehen; ebenso die Kohlenflötze von Entrevernes [Savoien], Bex, wo die Kohle anthrazitähnlich ist, ferner von Beatenberg und andere. Auch das bekannte Braunkohlen-Flötz von Häring in Tyrol wird von Unger und Ettinghausen nach den Pflanzenüberresten für eocän erklärt; Schafhäutl* hat nachgewiesen, dass es zwischen dem Granitmarmor und Jurakalke eingelagert ist.

---

* Jahrb. 1854. S. 529.

b) Flyschbildung.

Sie besteht aus dunkelfarbigen Schiefern [Flysch], Sandsteinen und kalkigen Gesteinen und ist gewöhnlich ganz petrefaktenleer mit Ausnahme von Fukoiden, insbesondere von *Chondrites intricatus* und *Ch. Targionii*, die dafür in grosser Menge vorkommen, wonach man auch die Hauptgebilde als Fukoidenschiefer und Fukoidensandstein bezeichnet hat. Die Flyschbildung folgt längs dem Nordrande der Alpen dem Zuge der Nummulitenbildung und ist dieser als jüngeres Glied aufgelagert. Zur Flyschbildung wird auch der *Macigno* und *Alberese* gerechnet, von denen jener die schieferigen und sandigen Abtheilungen, dieser die kalkigen bezeichnet.

Die Molasse-Formation.

Diese Formation, welche in einem mächtigen Zuge den Nordrand der Alpen begleitet und von der Schweiz aus durch das südliche Schwaben und Bayern sich erstreckt, ist jünger als die Flyschgesteine und wird zur obern Tertiärgruppe gerechnet. Das Hauptgestein ist ein Sandstein, der von seiner gewöhnlich weichen Beschaffenheit den Namen Molasse erhalten hat; in der westlichen Hälfte des Zuges gesellt sich ihm ein mächtiges Konglomerat bei, das mit einem in der Schweiz üblichen provinziellen Namen als Nagelfluh [Nagelflue] bezeichnet wird. Kalkige Gesteine und Braunkohlen treten in untergeordneten Beziehungen auf.

Der Molassen-Sandstein besteht aus eckigen Quarzkörnern, oft mit Körnern von Feldspath, Kieselschiefer, Hornblende, Glimmerschüppchen, dunkelgrünen Partikeln und andern Mineralien vermengt, die durch kohlensauren Kalk oder feinsandigen Mergel oder Eisenoxyd verkittet sind; bisweilen haften die Körner auch unmittelbar aneinander und die Sandsteine gehen ins Dichte über, während sie gewöhnlich körnig und zwar mehr von feinem als grobem Korne sind. * Die Farbe ist meist grau, bis bläulichgrau und grünlichgrau, die Schichtung regelmässig; mit den Sandsteinen wechseln Mergelschichten ab, die zuweilen eine bunte Färbung zeigen.

Die Nagelfluh ist eine Konglomeratbildung aus abgerundeten, meist ei- bis faustgrossen und durch ein sandig-kalkiges Cäment verbundenen Geröllen, welche entweder vorherrschend aus Kalkstein und, jedoch in weit geringerer Menge, aus Sandstein bestehen, oder aus vielerlei anderen Gesteinen, als z. B. Quarz, Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Porphyr, Serpentin, Gabbro u. s. w. zusammengesetzt sind. Dass die Gerölle öfters Eindrücke zeigen, ist schon früher bemerklich gemacht worden. Die Nagelfluh gelangt besonders in der Schweiz zu einer mächtigen Entwickelung, indem z. B.

---

* Eine genaue Beschreibung der bayerischen Molasse hat Schafhäutl schon im Jahrb. für Min. 1846. S. 661 gegeben, woselbst er auch zeigte, dass dieselbe nicht als ein Konglomerat aus kleinen Rollsteinen zu betrachten sei.

der Rigi von ihr gebildet ist, und sie zeigt eine mehr oder minder deutliche Schichtung. Gewöhnlich bildet Molasse die untere und Nagelfluh die obere Abtheilung; beide finden sich aber auch in Wechsellagerung und verbinden sich überdies noch durch allmählige Uebergänge.

Zur Molasse-Formation gehören auch die berühmten Süsswassergebilde von Oeningen, in denen bereits gegen 600 Arten Versteinerungen gefunden wurden, darunter 140 Arten von Pflanzen, über 300 von Insekten, ausserdem Säugthiere, Fische und Reptilien, unter letzteren Scheuchzer's vielbesprochener *Homo diluvii testis*, den aber eine genauere Untersuchung als ein salamanderartiges Thier nachgewiesen hat.

In den Molassensandsteinen findet sich oft Braunkohle, hauptsächlich Pechkohle ein, häufig in solcher Mächtigkeit und Güte, dass sie bergmännisch gewonnen wird, wie z. B. am Peissenberg, Pensberg, Miesbach in Bayern.

Nach ihrem Gehalte an Versteinerungen unterscheidet man in der Molasse-Formation Meeres- und Süsswasser-Gebilde. In Bezug auf die Verhältnisse in Bayern äussert sich Schafhäutl dahin, dass die eigentliche Molasse nur Meeresthiere enthält, dass aber in den Schichten, welche Braunkohlen führen, Muscheln des süssen und brackischen Wassers sich mit solchen des Salzwassers zusammen finden. Nach dem allgemeinen Charakter der Fauna und Flora gehört die Molasse zur obern Abtheilung der Tertiärformation.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung zeigen die Lagerungsverhältnisse der Molasse dadurch, dass, während in grösserer Entfernung von den Alpen ihre Schichten ziemlich horizontal liegen, sie bei Annäherung an dieselben ihre Lage ändern, sich aufrichten und dann am Fusse der Kalkalpen gegen diese einschiessen und an einigen Punkten, wie Studer * angiebt, sie sogar unterteufen. Letzteres ist allerdings ein sehr befremdliches Verhalten, da aus der Unterteufung folgen würde, dass die Molasse älter wäre als die den Flötzformationen angehörigen Kalkalpen, während doch erstere, sowohl nach ihren Versteinerungen, als auch nach ihren Lagerungsverhältnissen an der entgegengesetzten äussern Grenzlinie, allenthalben als ein echtes Tertiärgebilde sich ausweist. Zur Erklärung dieser sonderbaren Erscheinung wird angegeben, dass durch die letzte Hebung der Alpen ein Seitendruck auf die bereits abgelagerte Molasse ausgeübt worden wäre, wodurch deren Schichten eine Faltung und Stauchung erlitten, die Kalkgruppen aber über die Molasse sich übergeschoben hätten. Da auch im französischen und schweizerischen Jura hie und da eine Ueberlagerung der Nagelfluh durch unterjurassische Bildungen wahrgenommen wurde, so ist auf diese die eben erwähnte Hypothese gleichfalls ausgedehnt worden. Indess diese Erklärung macht mir das allerdings problematische Verhalten der Molasse in diesen Fällen erst vollkommen unbegreiflich, denn eine Faltung und Stauchung fester

* Geolog. d. Schweiz. II. S. 374 u. f.

starrer Massen ohne totale Zertrümmerung ist eine Aufgabe, die mit den natürlichen Mitteln der Mechanik nicht gelöst werden kann. Statt nach einem solchen desperaten Erklärungsmittel zu greifen, wird es gerathener sein, zuzugestehen, dass hier ein noch ungelöstes Problem vorliegt. Kann ja nicht einmal die Thatsache der Unterteufung von Flötzbildungen durch die Molasse in ihrer ganzen Ausdehnung ermittelt werden; Niemand weiss, ob nicht in der Tiefe abermals die ersteren zum Vorschein kommen, so dass dann die Molasse blos Ausbuchtungen in den älteren Kalkgebirgen ausfüllen und ihr Lagerungsverhältniss zu diesen hiemit nichts Regelwidriges zeigen würde.

Eine seltsame Meinung ist hinsichtlich der Entstehung der Nagelfluh in Umlauf gesetzt worden, indem sie als ein Reibungs-Konglomerat, d. h. als ein Erzeugniss der Friktion emporgehobener Kalk- und Sandsteinlagen an Felswänden, die in der Tiefe stecken geblieben, erklärt wurde. Diese Erklärung fand, weil sie von L. v. Buch vertreten wurde, nicht wenig Beifall, obwohl man meinen sollte, dass ihre Naturwidrigkeit auf den ersten Blick hätte einleuchten müssen.

Indess ein sonst sehr eifriger Plutonist hatte doch nicht Köhlerglauben genug, um sein Urtheil ohne Weiteres unter das Diktum des Grossmeisters gefangen zu geben; jener — es ist der um die Geognosie der Alpen hochverdiente Escher von der Linth * — erlaubte sich vielmehr dagegen eine Verwahrung einzulegen, die ich im Auszuge und grösstentheils mit seinen eigenen Worten hier wiederhole. „L. v. Buch“, sagt er, „hat zwar die Nagelfluhkette dargestellt als eine in der Tiefe durch Reibung bei dem Ausbruche unterirdischer Mächte entstandene und nach Bildung der Molasse und somit der ganzen Tertiärformation gewaltsam hervortretende Masse. Verfolgt man aber die so häufige Wechsellagerung zwischen Nagelfluh, Sandstein und Mergel und überzeugt man sich dabei, dass die Nagelfluh nicht blos in der Nähe der Alpen, sondern bis weit ins Hügelland hinaus ein Hauptgestein der Molasse ist, überzeugt man sich ferner, dass die Molassen-Sandsteine im Allgemeinen offenbar nichts Anderes sind, als sehr feinkörnige Nagelfluh, so kann man diesem Ausspruche des verewigten Meisters doch unmöglich beistimmen, wenigstens nicht in dem Sinne, dass die Nagelfluh als Felsart jünger sei als Molasse, sondern man wird zu der Ansicht hingedrängt, dass Nagelfluh, Sandstein und Mergel gleichzeitige, aus den gleichen Materialien entstandene Trümmergebilde der Molasse-Periode seien.“ — Hiermit ist der wunderliche Einfall: ein Gestein, dessen neptunischer Ursprung offenkundig vorliegt, für ein plutonisches Produkt ausgeben zu wollen, vollständig abgewiesen.

---

* Neue Denkschriften der allgem. schweiz. Gesellsch. für die gesammt. Naturw. XIII. [1853] S. 17.

Die tertiären basaltischen und trachytischen Gesteine.

Bekanntlich sind die Trachyte, Klingsteine und Basalte, wo sie als Kuppen oder Decken frei zu Tage ausgehen, von keiner andern Gebirgsart überlagert, während sie doch vom Urgebirge an bis herein in das Tertiärgebirge den verschiedensten Formationen, im letzteren insbesondere der Braunkohle, aufgesetzt gefunden werden. Man hat aus diesem Verhalten geschlossen, dass die gesammte Bildung der basaltischen und trachytischen Gesteine auf die Tertiärperiode beschränkt sei, allein der hiefür geführte Beweis ist durchaus ungenügend. Man hat nämlich zwar ein vollkommenes Recht diejenigen basaltischen und trachytischen Gesteine, welche der Braunkohle aufliegen, oder mit ihr wechseln, als Glieder des Tertiärgebirges zu betrachten, man hat aber keines für alle jene Trappgesteine, welche Flötz-, oder Uebergangs- oder Urgebirgen aufgesetzt sind und daher auch mit diesen gleichalterig sein können. Eben so wenig können die Vulkanisten den Beweis für ihre Behauptung aufbringen, dass die Trappgänge erst während der Tertiärperiode sich in die älteren Formationen eingebohrt haben; die lagerartigen Einschaltungen in letzteren sind ohnedies ein positiver Beweis gegen die Annahme einer späteren Einfügung in den Schichtenbau des umschliessenden Nebengesteines. Von allen diesen Verhältnissen und von der Entstehungsweise der basaltischen und trachytischen Gesteine ist schon früher ausführlich gehandelt worden; hier soll nur an diejenigen Vorkommnisse der letzteren, welche als in Verbindung mit Braunkohlen stehend den Gliedern des Tertiärgebirges zuzuzählen sind, in der Kürze erinnert werden.

Zu den sehr häufigen Erscheinungen gehört es, dass Basaltkuppen, welche den Gipfel eines Berges krönen, unmittelbar auf Braunkohlen aufruhen; bekannte Beispiele sind der Meissner und viele Berge der Rhön. Umgekehrt kommt es auch vor, dass, wie z. B. im Westerwald, die Braunkohlen-Formation auf dem Basalte aufruht; seltener findet sich, wie am Habichtswalde, eine flötzartige Einlagerung basaltischer Massen in das Braunkohlengebilde.*

Besonders oft tritt die Braunkohle zugleich mit basaltischen und trachytischen Konglomeraten und sogenannten Tuffen auf, wie dies z. B. am Siebengebirge der Fall ist, wo derartige Gebilde über den untersten Sandsteinen und Thonen der Braunkohlen-Formation liegen und von den kohlenführenden Schichten bedeckt werden. Bei Laubach am Fusse des Vogelsberges wechseln Basalttuffe siebenmal mit Braunkohlenflötzen ab. Andere derartige Fälle sind schon früher aufgeführt worden, zugleich mit solchen, in welchen basaltische Gebilde mit petrefaktenreichen tertiären Kalksteinen in Wechsellagerung treten. In allen diesen Fällen ist es vollkommen evident, dass für derartige basaltische und trachytische Gesteine ihre Bildungszeit in die Tertiär-

* STRIPPELMANN in den Studien des Götting. Vereins bergmänn. Freunde IV. S. 355.

periode hineinfällt; ebenso scheint es annehmbar zu sein, dass die Thätigkeit der Vulkane mit Ausbrüchen von basaltischen Lavaströmen erst in diesem Zeitraume ihren Anfang genommen hat.*

V. Klasse.

Das Fluthland.

Mit dem Tertiärgebirge ist die Gebirgsbildung zum Abschlusse gekommen, das mit dem ersten Schöpfungsakte zur Erdbildung gegebene Material ist erschöpft, das Relief der Oberfläche unsers Planeten ist vollendet; Alles ist zur Aufnahme einer organischen Welt vorbereitet, deren Existenz nicht mehr durch den fortschreitenden Entwickelungsakt ihres Wohnortes unabwendbar gefährdet, sondern für welche ein dauerhafter Bestand ermöglicht ist. Das zahlreiche Vorkommen von Ueberresten warmblütiger Thiere in den Tertiärgebirgen, denen Luft von ähnlicher Zusammensetzung wie die jetzige unumgängliches Bedürfniss ist, beweist, dass auch die Atmosphäre nunmehr ihre Entwickelungsstadien durchlaufen hat. Mit Wasserthieren treten in der Tertiärperiode zugleich massenhaft Landthiere und unter den Vegetabilien in überwiegender Anzahl Landpflanzen auf, zum Beweis, dass Meer und Land jetzt bereits geschieden waren; neben Meeresthieren erscheinen in einem ziemlich ähnlichen Verhältniss wie dermalen Fluss- und Binnenseen-Bewohner, zum Zeichen, dass die Gewässer in salzige und süsse ebenfalls gesondert waren. Ein Zustand der Erdoberfläche und der Atmosphäre hat sich also in Folge einer allmähligen Entwickelungsreihe herangebildet, der im Allgemeinen dem dermaligen sich angenähert hat, und auch die organische Welt, der wir in den Tertiärgebirgen begegnen, hat im Wesentlichen den Charakter der annoch lebenden erlangt.

Im Laufe der Zeiten hat sich demnach eine gewaltige Umänderung in dem Charakter der organischen Welt ergeben. Um uns diese zu veranschaulichen, wollen wir einen flüchtigen Blick zurückwerfen auf die verschiedenen Stadien, welche das Thier- und Pflanzenreich von seiner Entstehung an bis zu seinem Auftreten innerhalb der Tertiärperiode durchlaufen hat.

Im Uebergangsgebirge tritt zum ersten Mal das organische Leben in die Erscheinung; aber wie unvollkommen ist es in Vergleich zu dem der Tertiärperiode. Meeresbewohner sind es, mit denen es sein Auftreten ankündigt. Mit Fukoiden beginnt die erste Vegetation, denen sich später nur wenige Landpflanzen, aber aus der niedersten Gruppe beigesellen. Alle Thiere sind Wasserbewohner und zwar wohl ohne Ausnahme Meeresbewohner. Sind gleich die vier grossen Haupt-

* Nachträglich ist hier noch ein mit grossem Fleisse ausgearbeitetes Werk über die Vulkane in Erwähnung zu bringen: Naturgeschichte der Vulkane und der damit in Verbindung stehenden Erscheinungen von Dr. G. Landgrebe. Gotha, 1855.

gruppen unter ihnen zugleich repräsentirt, so fehlen doch die am höchsten entwickelten, die Warmblüter, ganz und gar, und selbst von den Reptilien ist bisher nur eine einzige Form getroffen worden. Auch die Fische stellen sich erst in den oberen Abtheilungen des Uebergangsgebirges ein und zwar blos in den beiden Ordnungen der Plakoiden und Ganoiden, darunter höchst absonderliche Formen. Unter den wirbellosen Thieren fehlen alle Insekten, dagegen kommen in grosser Menge die ausgestorbenen Formen der Orthoceratiten und Trilobiten vor.

Im Steinkohlengebirge zeigt uns die Fauna und Flora noch den Grundcharakter der Uebergangs-Formation, aber mit vorschreitender Entwickelung. Zwar fehlen ebenfalls noch die höchsten Pflanzen, die eigentlichen Dikotyledonen; Monokotyledonen sind zweifelhaft, Nadelhölzer nur sehr spärlich, dagegen die Kryptogamen in ungeheurer Anzahl und in ihrer höchsten Ausbildung, darunter gewaltige Farrnkräuter und die stammbildenden Equisetiten, Lepidondreen und Sigillarieen. Grosse Urwaldungen mit üppiger Vegetation, aber mit strunkartigen Stämmen und dürftigen Kronen, im auffallenden Gegensatze zu unsern dermaligen laubgekrönten Wäldern. Im Thierreiche ebenfalls noch gänzlicher Mangel an Warmblütern; etwas zahlreicher die Reptilien als früher, aber, wie es scheint, alle aus der erloschenen Familie der Labyrinthodonten. In den übrigen Thierklassen findet sich nichts Ausgezeichnetes; einige wenige Insekten als Andeutungen von Landbewohnern, etliche Muscheln, die zweifelhaft als Süsswasser-Bewohner gedeutet werden.

Die Fauna und Flora der Zechformation ist verhältnissmässig arm und trägt noch im Wesentlichen den Typus der beiden vorigen Abtheilungen mit einigen Eigenthümlichkeiten. Die Lykopodiaceen haben an Anzahl sehr abgenommen, die Sigillarieen und Stigmarien treten zum letzten Male auf. Unter den Thieren sind die Trilobiten bereits verschwunden, von Orthoceratiten nur noch einige kümmerliche Reste vorhanden; die wenigen Reptilien, die man sicher kennt, gehören den echten Sauriern an.

Die Triasformation zeigt gleich der vorigen keine grosse Reichhaltigkeit an organischen Formen. Echte Dikotyledonen und Warmblüter fehlen immer noch, doch will man aus zwei aufgefundenen Zähnen auf ein kleines insektenfressendes Säugthier schliessen, das demnach das älteste Glied aus dieser Klasse wäre. Reptilien sind zahlreich, doch nur aus der Abtheilung der Saurier und Labyrinthodonten; die Ichthyosauren kündigen sich bereits mit einigen spärlichen Resten an. Zum ersten Male stellen sich langschwänzige Krebse und Cidariten ein, die Ammoneen werden durch Ceratiten vertreten.

Eine andere Ordnung der Dinge hat sich bereits in der Trias angekündigt und gelangt in der darauf folgenden Gruppe der Lias- und Jura-Formation zu ihrer weiteren Entfaltung, und zwar in äusserst zahlreichen Formen. Zunächst bemerkenswerth ist es, dass sich in den obern Abtheilungen [Stonesfieldschiefer und Purbeckschichten]

einige unbestreitbare Ueberreste von Säugthieren, die mit insektenfressenden Beutelthieren verwandt sind, vorfinden. Ueberaus reich sind die Saurier vertreten, darunter als auffallendste Formen die Ichthyosauren, Plesiosauren, Pterodaktylen, und in der obersten Abtheilung die Megalosauren und Iguanodons; neben den Sauriern zum ersten Male auch Schildkröten. Fische sind zwar immer noch wie früher lediglich durch Plakoiden und Ganoiden repräsentirt, aber zum ersten Male und fast ausnahmslos nur von der, unter den lebenden Fischen gewöhnlichen Form der Schwanzflosse mit symmetrischen Lappen. Die früher durch Goniatiten und Ceratiten vertretene Familie der Ammoneen erscheint jetzt in ihren zahlreichsten Arten, den eigentlichen Ammoniten; die Belemniten finden sich zum ersten Male ein. Insekten und Krebse werden häufiger; Süsswasser-Muscheln und Süsswasser-Schildkröten weisen auf lokale, mehr oder minder salzfreie Wasserbecken hin.

In der Pläner- oder Kreideformation sind noch, wie in der vorhergehenden Abtheilung, Ammoniten und Belemniten in grosser Anzahl vorhanden, die Rudisten [Hippuriten] gehören ihr aber ausschliesslich an. Zahlreich sind die Reptilien, aber noch immer auf Schildkröten und Saurier beschränkt; die Ichthyosauren, die Plesiosauren, Pterodaktylen und Iguanodons aus der vorigen Abtheilung kehren wieder, die Mosasauren von riesenhafter Form und andere sind eigenthümlich. Noch auffallender, weil häufiger, ist die Entfaltung der Fischfauna, indem die beiden, früher ganz fehlenden Ordnungen der Cykloiden und Ctenoiden, denen die Mehrzahl der lebenden Fische angehört, sich sehr zahlreich darstellen, und überdies, was in allen vorhergehenden Perioden nicht vorgekommen, nunmehr in dieser Klasse Gattungen auftreten, die noch, wenngleich in anderen Arten, in unseren Meeren leben. Auch die Dikotyledonen kündigen sich bereits mit einigen Vorläufern an. Es ist unverkennbar, dass eine neue Wendung der Dinge im Anzuge begriffen ist.

Die Tertiärbildungen sind es, in welchen diese sich vollzieht und, wie schon vorhin ausführlicher dargethan, die Thier- und Pflanzenwelt in einem ganz anderen Charakter als bisher auftritt. Sie hat erstlich ausserordentlich Vieles, was der lebenden Schöpfung als fremdartig erscheint, abgestreift. So, um nur einige Beispiele anzuführen, die in der Kreideformation noch so häufigen Ammoniten, Belemniten und Rudisten sind ganz verschwunden; eben so sind die riesenhaften oder doch seltsam gestalteten Saurierformen: die Ichthyosauren, Plesiosauren, Pterodaktylen, Iguanodons, Megalosauren, Labyrinthodonten u. a., vollständig erloschen; die in den älteren Formationen so ungemein häufigen Trilobiten, Orthoceratiten und abentheuerlichen Fischformen zugleich mit den seltsamen baumartigen Kryptogamen, aus welchen die ältesten Urwälder hauptsächlich zusammengesetzt waren, sind für immer beseitigt. Dieses Ausscheiden älterer Formen hat aber in der Tertiärperiode einen reichen Ersatz gefunden durch den Eintritt neuer organischer Gestaltungen, die jedoch nicht mehr fremdartig dem jetzi-

gen Bestande der lebenden Welt gegenüber stehen, sondern mehr oder minder in ihren Typus sich einfügen. Die Warmblüter — den ältesten Epochen ganz fehlend, in den späteren nur durch höchst vereinzelte unbedeutende Vorläufer angekündigt — erscheinen jetzt in Massen und sind das am meisten charakteristische Glied der ganzen Tertiärfauna. Die Klasse der Reptilien, bisher nur durch die Schildkröten und Reptilien angezeigt, ergänzt sich mit den vorher ihr vorenthaltenen Ordnungen der Schlangen und Nackthäuter. Schon früher, nämlich in der Pläner-Formation, haben sich die Fische mit ihren vier Hauptordnungen eingefunden, wie denn überhaupt der ichthyologische Charakter dieser Formation eine auffallende Uebereinstimmung mit dem des Tertiärgebirges zeigt. Landbewohnende Insekten, Land- und Süsswasser-Mollusken sind nunmehr zahlreich vorhanden. Laubwipfelige Bäume in grosser Anzahl von Formen machen jetzt die Waldungen aus. Der Ausfall an früheren Typen ist demnach in der Tertiärzeit reichlich ersetzt.

Was wir von den organischen Wesen der letztgenannten Periode wissen, beruht auf den in den Tertiärgesteinen begrabenen fossilen Ueberresten; indess sind diese Gebilde noch nicht die letzten, die uns solche Denkmale aufzuweisen haben; es giebt noch jüngere Ablagerungen, die uns derartige Ueberreste, insbesondere aus der Klasse der Säugthiere, aufbehalten haben, und diese Ablagerungen sind es, welche als aufgeschwemmtes Land, Fluthland, Schuttland (quartäre Bildung) bezeichnet werden. Bevor wir jedoch die in letzterem begrabenen Thierüberreste mit denen der im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Tertiärgebiide in Vergleich nehmen können, haben wir zuerst die Beschaffenheit des Fluthlandes selbst in Erörterung zu ziehen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass, wenn durch Hochwasser Ueberschwemmungen erfolgen, diese das angrenzende Flachland mit Schlamm, Sand und Kies, im Gebirge auch mit Geröllen, die sie ohnedies für gewöhnlich in ihren Flussbetten führen, und zuweilen selbst mit gewaltigen Felsblöcken überdecken. Solche Ablagerungen von Schlamm, Sand, Geröllen und Blöcken haben für uns nichts Befremdliches, da sie sich alljährlich vor unsern Augen zutragen und ihre Entstehungsweise uns demnach vollkommen klar ist.

Etwas Anderes ist es aber, wenn diese Geröllablagerungen zu Höhen ansteigen, welche von keiner Ueberschwemmung der sie durchziehenden Flüsse mehr erreicht werden können. So z. B. besteht die von der Isar durchschnittene Hochebene, auf welcher München liegt und die sich an die Vorberge der Kalkalpen anlegt, aus lauter Geröllen, wie sie allerdings dieser Fluss noch jetzt mit sich führt und bei Hochwasser die flachen Stellen seiner Ufer damit überschüttet; aber die Hochebene ragt um hundert Fuss und viel mehr über den höchsten Wasserstand der Isar hervor, so dass also die gewaltigen Geröllmassen zu beiden Seiten des hohen Ufers nicht von diesem Flusse aufgeschüttet werden konnten. Was hier an einem Beispiele erläutert

wurde, gilt aber von der ganzen, aus Schuttmasse bestehenden Hochebene, die sich in weiter Erstreckung an den nördlichen Fuss der Alpen anlehnt.

Die Isar zeigt aber noch eine andere interessante Erscheinung. Aus Kalkgebirgen entspringend besteht die Mehrzahl ihrer Geschiebe aus Kalkstein, wie er den Voralpen eigen ist; nebenbei führt sie aber auch Gerölle von Grünstein, Glimmerschiefer und Quarz, also von Felsarten, die den Voralpen ganz abgehen und erst in der tyroler Centralkette der Alpen heimisch sind. Diese letztgenannten Geschiebe sind ihr also nicht ursprünglich angehörig, sie mussten ihr erst, und zwar auf einem jetzt nicht mehr existirenden Verkehrswege, aus dem jenseitigen Urgebirge zugeführt werden. Aber nicht nur auf das Isarbett sind solche fremdartige Gerölle beschränkt; wir finden ebenfalls auf der Hochebene und auf den Gehängen der Kalkalpen Geschiebe und Blöcke derselben oder anderer Gebirgsarten verstreut. Wie anders als durch ungeheure Wasserfluthen konnten diese Trümmer aus dem Urgebirge abgerissen und bis in die süddeutsche Hochebene transportirt worden sein?

Aber das eben besprochene Phänomen ist kein vereinzeltes, wir begegnen ihm in allen Welttheilen, und was das Befremdlichste, wir finden selbst in Flachländern, denen alle Berge gänzlich fehlen, nicht blos Trümmer von Urgebirgsarten in zahlloser Menge aufgehäuft, sondern unter ihnen Blöcke, die einen Rauminhalt von Tausenden von Kubikfussen zeigen. Man hat solchen Blöcken den Namen von Findlingen gegeben, weil sie wie verlassene, von ihrer Mutter ausgesetzte Fremdlinge daliegen; auch Wanderblöcke (erratische Blöcke) hat man sie genannt, weil sie als auf ihrer Lagerstätte nicht heimisch aus der Ferne eingewandert sein müssen. Diese Findlinge sind eine zu interessante Erscheinung, als dass wir eine nähere Betrachtung derselben hier übergehen könnten. An sie werden wir dann eine andere Erörterung anschliessen, nämlich die der Knochenhöhlen und Knochenbreccien, welche eine Menge von Säugthier-Ueberresten einschliessen, die ebenfalls offenbar durch Ueberschwemmungen zusammengeführt wurden und abermals durch solche gewaltige Fluthen, mit denen sich die in den jetzigen Zeiten nicht von ferne messen können, und die dermalen geradezu unmöglich sind.

Wir haben demnach zweierlei Arten von Fluthland zu unterscheiden: erstlich dasjenige, welches auf Rechnung von Ueberschwemmungen unserer dermaligen Gewässer gebracht werden kann und sich noch immer fortbildet; zweitens dasjenige, welches von letzteren nicht verursacht worden, sondern von grossartigen allgemeinen Fluthen der Urzeit abzuleiten ist. Ersteres nennt man Alluvium, letzteres Diluvium; nur von diesem ist im Folgenden die Rede und mit ihm rücken wir in Zeiten hinauf, von denen unsere Chroniken nichts mehr zu berichten wissen.

Die Findlinge oder Wanderblöcke.

Wie eben erwähnt wurde, hat man in allen Kontinenten auf weit ausgedehnten Landstrichen, in Tiefländern wie auf Hochebenen und auf den Gehängen von Gebirgen, massenhafte Ablagerungen von Geschieben und Blöcken aller Art und der verschiedensten Grösse gefunden, von denen wenigstens so viel fest steht, dass sie an ihre dermaligen Lagerstätten durch Ueberschwemmungen und Fluthen, wie sie von unseren jetzigen Gewässern ausgehen, nicht herbeigeführt werden konnten. Es muss also eine andere Ursache gewesen sein, von welcher der Transport dieser Trümmer ausgegangen ist; bevor wir uns jedoch auf Ermittelung derselben einlassen können, muss vor Allem der Thatbestand zur klaren Einsicht gebracht werden, wobei wir noch bemerken wollen, dass im Folgenden nicht von den Schuttmassen, welche die Gebirge an ihrem Fusse angehäuft haben, die Rede sein soll, sondern von jenen Trümmern und Blöcken, die als Fremdlinge der Oberfläche aufgelagert sind und sowohl durch ihre Gesteinsbeschaffenheit, als kantige Formen und eine öfters gigantische Grösse von den gewöhnlichen Geschieben sich auffallend unterscheiden.

Wir wollen zuerst diejenigen Ablagerungen, welche sich längs der Alpenkette sowohl südwärts als nordwärts von derselben vorfinden, in Betracht ziehen, wobei vorzüglich die Schweiz, als am genauesten untersucht, zum Anhaltspunkt dienen soll. In den meisten Alpenthälern, die von den Hochalpen ausgehen und in die Vorberge und das flache Land auslaufen, sieht man, ausser gewöhnlichen Geröllen, auf dem Thalgrunde wie an den Gehängen gewaltige Blöcke, welche nicht gerundet, sondern scharfkantig sind, dabei häufig eine kolossale Grösse erreichen und nicht von den Felswänden herabgefallen sein können, weil sie aus einer anderen Felsart, z. B. aus Granit oder Gneiss bestehen, während die Wände von Kalkstein gebildet sind. Diese Blöcke müssen demnach aus dem Hintergrunde des Thales, woselbst die genannten Gebirgsarten anstehen, an ihre jetzigen Lagerstätten transportirt worden sein, sind also sogenannte erratische Blöcke. Aber nicht blos in den Thälern selbst, sondern weit in das flache Land hinaus, nordwärts durch die Schweiz, Oberschwaben, Oberbayern, südwärts durch die Lombardei, sind diese Findlinge ausgestreut, und nicht blos auf den Ebenen, sondern auch auf den Vorbergen und selbst auf dem Jura bis zu ansehnlichen Höhen*, auf letzterem bis zu 3100 Fuss über dem Meere.

Diese Blöcke finden sich theils vereinzelt, theils in Haufen und Wällen vereinigt und liegen gewöhnlich flach auf dem Boden, mag dieser aus Dammerde oder Felsen bestehen. Ihrer Gesteinsbeschaffenheit nach gehören sie meist den Silikatgesteinen des Urgebirges an,

* Im bayrischen Oberlande kommen solche Blöcke aus Urfelsarten bis in die Nähe von München vor; der nächste liegt an der Landstrasse nach Starnberg auf der Höhe, von welcher der Weg direkt hinab nach diesem Orte führt.

sind also Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Syenit u. s. w.; dabei sind sie selten abgerundet, sondern scharfkantig, als ob sie eben erst von ihrem Muttergesteine losgelöst worden wären. Sie kommen von allen Grössen vor, und solche, die einen Rauminhalt von 3000 bis 10,000 Kubikfuss haben, sind gar nichts Seltenes. Manche erreichen aber eine weit bedeutendere Grösse, so z. B. ist der Kalksteinblock, der auf einem Gipshügel bei Bex liegt, 61 F. hoch, 54 F. lang und 49 F. breit, und enthält daher 160,000 K.-F.; der Granitblock bei Orsieres misst über 100,000, ein anderer bei Monthey über 60,000 K.-F.

Alle Blöcke von Urfelsarten stammen aus der Centralkette der Alpen ab; dies ist am genauesten für die Schweiz erwiesen worden, wo so viele ausgezeichnete Gebirgsarten vorkommen, die deshalb in den Blöcken leicht wieder zu erkennen sind. So finden sich z. B. in den Rhonefindlingen die Protogine vom Montblanc, die Euphotide von Saas, die Konglomerate von Valorsine, die Alpenkalke von dem Eingange des Wallis. Merkwürdig ist auch die Art der Vertheilung dieser Blöcke in senkrechter Richtung, indem als allgemeines Gesetz nachgewiesen wurde, dass die Blöcke auf ihren sekundären Lagerstätten um so höher ansteigen, je höher die Felsart, von der sie abstammen, in den Alpen ansteht. Die höchste Zone der Findlinge wird nämlich blos von Protoginen und Talkgraniten gebildet; weiter unten mengen sich Euphotide ein, die Konglomerate von Valorsine erheben sich nur wenig über die Ebene, und die Kalkblöcke sind selten bis zum Jura vorgedrungen, sondern auf die waadtländische Ebene, also näher den Alpen, beschränkt.

In einem noch weit grösseren Maassstabe zeigt sich das Phänomen der Wanderblöcke in dem weit ausgedehnten Tieflande, das sich um den Südrand der Nord- und Ostsee herumzieht, und woselbst es von einer grossen Bogenlinie umgrenzt wird, die an der Ostküste Englands beginnend durch Holland und längs des Nordrandes des Harzes, Erzgebirges und der Sudeten sich, südwärts von Warschau, nach Tula fortsetzt, dann hier aus der westöstlichen Richtung in eine nordöstliche übergeht und über Kostroma an der Wolga gegen die nördliche Spitze des Uralgebirges sich endigt. Das ganze, meist aus mächtigen Diluvialbildungen bestehende Flachland, welches zwischen dieser Bogenlinie und den skandinavischen und finnischen Gebirgen ausgebreitet liegt, ist mit Blöcken und Geröllen überstreut, die theils vereinzelt, theils in bestimmten Strichen so dicht gedrängt vorkommen, dass der Boden wie übersäet damit erscheint.* Wie in der Schweiz sind auch hier die Blöcke meist scharfkantig, in der Mehrzahl Urgebirgsarten, insbesondere granitischen, angehörig und von der verschiedensten

---

* Boll macht im Archiv des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Meklenburg, VI. S. 50, bemerklich, dass es in diesem Lande Felder giebt, auf welchen der Zwischenraum zwischen je zwei benachbarten Geröllen durchschnittlich nur einen Fuss beträgt. Ein Landgut bei Demmin, das in einem solchen Geröllstrich liegt und vor etlichen und zwanzig Jahren um 20,000 Thaler verkauft wurde, hat, nachdem es von den Geröllen gereinigt wurde, einen Werth von 80,000 Thaler erlangt.

Grösse: in Meklenburg giebt es einen solchen Block von 28 Fuss Höhe, und ein anderer auf der Insel Fünen hat eine Länge von 41 Fuss. Der Block, auf welchem die Statue Peters des Grossen in Petersburg steht, ist 38 Fuss lang, 21 Fuss hoch und breit; die schöne, vor dem Museum in Berlin aufgestellte Schale von 22 Fuss Durchmesser ist aus einem Granitblock bei Fürstenwalde verfertigt worden. Der berühmte Schwedenstein bei Lützen ist einer der am weitesten südwärts vorgedrungenen Findlinge.

Es liegt nahe, den Ursprung der in der norddeutschen Ebene verstreuten Blöcke in dem benachbarten Harz-, Thüringer-, Erz- und Riesengebirge suchen zu wollen; eine genauere Vergleichung hat jedoch dargethan, dass dies keineswegs der Fall ist, sondern dass sie ihrem Gesteinscharakter nach nur mit den Gesteinen skandinavischer Gebirge übereinstimmen. Dies lässt sich besonders scharf für den Gneiss nachweisen, der in Schweden ein so besonderes körnigstreifiges Gefüge und so mancherlei eigenthümliche Gemengtheile hat, dass er nicht verkannt werden kann. Dasselbe lässt sich eben so sicher für die Blöcke aus Uebergangskalk erweisen, die mitunter mehr als 1000 K.-F. messen und sowohl nach ihrer Farbe, als nach Gefüge und Versteinerungen mit den in Schweden anstehenden derartigen Gesteinen übereinstimmen. Weiter ostwärts nach Preussen und Polen sind die Blöcke von schwedischen und finnischen Gebirgsarten miteinander gemengt, in Russland aber lediglich aus letzteren bestehend; westwärts dagegen, in Holstein, Friesland und Holland vermengen sich schwedische und norwegische Felsarten, bis endlich längs der Ostküste Englands nur letztere sich einstellen. Die Gesteinsidentität der Findlinge in der genannten Ebene mit den Gebirgsarten Skandinaviens und Finnlands ist demnach eine erwiesene Thatsache, die Annahme ihrer Abstammung von letzteren daher eine durchaus gerechtfertigte.

Aehnliche Erscheinungen sind auch in anderen Ländern nachgewiesen worden; im kleineren Maassstabe an den Pyrenäen, im Kaplande, am Himalaya und in den Umgebungen von Kanton; in grossartigen Verhältnissen aber in Nordamerika bis herab zu dem 38° n. Breite und dann wieder in Patagonien bis hinab zum Feuerlande. Die Verstreuung der Findlinge ist demnach kein vereinzeltes Phänomen, sondern verbreitet sich über einen ansehnlichen Theil der ganzen Erdoberfläche.

Wie ist nun aber diese höchst merkwürdige Erscheinung zu erklären? Es ist nicht zu verkennen, dass sowohl die ausserordentliche Entfernung, in welcher die Findlinge von ihrer Heimathsstätte vorkommen, als auch die ungeheure Grösse und die scharfkantigen Ränder, welche viele zeigen, jedem Versuche einer Erklärung die beträchtlichsten Schwierigkeiten entgegen stellen. Unter den mancherlei Meinungen, die zur Lösung dieses Problemes ausgedacht wurden, sind es zwei, die dermalen die meiste Geltung haben: nach der einen sind die Blöcke durch Gletscher und Eisschollen, nach der anderen durch gewaltige Schlammfluthen an ihre jetzigen Fundstätten transportirt

worden. Die erstere, die Gletscher- oder Eistheorie, zählt zur Zeit die meisten Anhänger und von ihr soll daher zuvörderst gesprochen werden.

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass die Gletscher zuweilen mit ihrem Fuss thalabwärts weit vorrücken und dann mitunter auch wieder allmählig sich zurückziehen. Beim Vorrücken schieben sie die von den Bergen auf sie oder auf die Thalsohle herabgestürzten Felstrümmer vor sich her, häufen sie theils zu beiden Seiten des Gletschers als lange Wälle an, und am Ende desselben bilden sie ebenfalls einen solchen Blockwall, der in einem Bogen quer durch das Thal sich ausstreckt und zurückbleibt, wenn der Gletscher sich wieder zurückzieht; man nennt solche Schuttwälle in der Schweiz Moränen. Die unterhalb der vordringenden Gletscher liegenden Felstrümmer findet man abgeschliffen und zugleich mit eingeritzten Streifen; die von den Gehängen der Gletscher hinterlassenen Blöcke sind dagegen scharfkantig und ungefurcht. Eben so zeigen sich die Felslagen der Thalsohle abgerundet, geschliffen und gestreift.

In allen Alpenthälern der Schweiz hat man aber die Wahrnehmung gemacht, dass die Abrundung, Glättung und die mit der Richtung der Thalsohle parallel laufende Streifung der Thalwände weit über die Grenze hinaufreicht, welche mit dermals vorrückenden Gletschern in Berührung kommen könnte. Im Hasli- und Rhonethal tritt diese Grenze, unterhalb welcher die Felsen abgerundet, darüber rauh und zackig sind, bei etwa 9000 Fuss unter den Gletschern hervor und hält an den Thalmündungen bei einer Höhe von 5 bis 6000 Fuss inne. Man hat aber am den Alpen gegenüberliegenden Jura dieselbe Abrundung und Streifung der Felsen wie in letzteren wahrgenommen und zwar nur soweit als die Höhengrenze der obersten erratischen Blöcke reicht. Daraus haben nun Agassiz und Andere geschlossen, dass Abrundung und Streifung der Felsen im Zusammenhang mit dem Transporte der Findlinge stehen und dass, da noch jetzt die Gletscher bei ihrem Vordringen Geschiebe und kantige Blöcke ablagern und, so weit sie selbst reichen, die Thalwände glätten und ritzen, ebenfalls Gletscher es waren, welche die Wanderblöcke an ihren jetzigen Fundstätten ablagerten. Aber freilich mussten diese urweltlichen Gletscher von ungeheuren Dimensionen gewesen sein, um Blöcke westwärts bis hoch den Jura hinauf, nordwärts bis in die Nähe von München, südwärts bis in die Lombardei zu transportiren. Die ganze Alpenkette musste plötzlich, in Folge irgend einer gewaltigen Katastrophe, als welche man das Aufsteigen dieses Gebirgszuges bezeichnet, mit einer Eismasse bedeckt worden sein, die nach allen Seiten weithin über die angrenzenden Ebenen und über die vorliegenden niedrigeren Bergzüge hinaus ragte.

Man kann nicht läugnen, dass diese Theorie einen grossen Anschein für sich hat, um so mehr, da sie als universell gelten kann, indem man in Skandinavien und Finnland, in Nordamerika und in anderen Gebirgen, von welchen Wanderblöcke ausgegangen sind, eben-

falls die Abrundung und Streifung der Felswände nachzuweisen vermochte. Die in der Schweiz gewonnenen Ansichten wurden deshalb verallgemeinert, und die Behauptung ausgesprochen, dass alle Gebirge, welche erratische Blöcke lieferten, einst mit ungeheuern Gletschern überlagert waren, welche die abgefallenen Felsblöcke bei ihrem Vordringen an ihren jetzigen Fundstellen absetzten. Die Einen waren kühn genug, eine in der grauen Urzeit plötzlich eingetretene, wenn auch nur temporäre, allgemeine Vereisung der ganzen Erdoberfläche zuzulassen; die Anderen, welchen es doch zu bedenklich vorkam, die skandinavischen Gletscher bis nach England und an den Nordrand des Harz- und Erzgebirges, die finnischen bis über Moskau hinaus und bis an den Ural sich ausdehnen zu lassen, beschränkten die Vergletscherung auf Skandinavien und Finnland, und nahmen dann schwimmende Eisblöcke und Eisschollen zu Hülfe, durch welche die Findlinge nach der norddeutschen und nordrussischen Ebene transportirt wurden, wie es denn noch jetzt vorkommt, dass durch schwimmende Eisblöcke Felsmassen in die Ferne geführt und beim Stranden auf festem Boden abgesetzt werden.

Weitaus die Mehrzahl der Geologen nahm zur Erklärung des Transportes der Findlinge die Gletschertheorie mit grösstem Beifall auf und adoptirte sie als ein nunmehr ausser Zweifel gesetztes Theorem. Mit Feuereifer suchte man in allen Gebirgen, selbst in solchen, wo niemals Gletscher sich angesetzt haben konnten, nach Spuren derselben, nach Schliffen und Furchen, und selbst in Sachsen war man wirklich so glücklich, solche aufzufinden; die Freude für letzteren Fall war jedoch nicht von langer Dauer, denn spätere Beobachtungen wiesen mit Bestimmtheit nach, dass die angeblichen Gletscherfurchen Wagengleise seien.* Indess es bereitete sich doch auch eine ernstlichere Opposition gegen die neue Eistheorie vor, und zwar fand sie gleich den gewichtigsten Widerspruch an dem ersten Gegner, der gegen sie auftrat, nämlich an L. A. Necker**, der ähnlich seinem berühmten Grossvater, Saussure, das Studium der Alpen zur Hauptaufgabe seiner wissenschaftlichen Thätigkeit gemacht hatte und auf die Theorie seines Vorfahrers, wornach durch gewaltige Schlammfluthen die Blöcke aus den Alpen auf den Jura und auf die Ebenen transportirt worden wären, zurückkam.

Um nur Einiges aus den gewichtigen Einreden von Necker hervorzuheben, bestreitet er gleich die Möglichkeit, dass durch Geschiebe und Sand, welche vermittelst einer in Bewegung begriffenen Eismasse gegen die Oberfläche eines Felsens gedrückt werden, letztere gestreift werden kann. In der Mineralogie, so argumentirt er, hat jedes Mineral einen bestimmten Härtegrad, so dass es auch nicht, ausser in

* Leonh., Lehrb. der Geognos. u. Geolog. S. 776.

** *Études géologiques dans les Alpes*, Paris 1841; ein Werk, das trotz seiner Gediegenheit fast ganz ignorirt worden ist; ein Auszug aus dem hieher gehörigen Abschnitte ist in den Münchn. gel. Anzeig., XIII. S. 1049, gegeben.

ganz ausserordentlichen Fällen [wie z. B. das Zusammentreffen einer sehr heftigen Bewegung mit einem starken Druck] andere Mineralien von gleicher Beschaffenheit zu ritzen, noch weniger dies an härteren auszuführen vermag. Das Eis ist aber weicher als alle bekannten Felsarten, wie könnte es also den Felsen poliren? Wenn eine Eismasse Kieselsteine oder Sandkörner gegen die Oberfläche eines Felsens presst, würden selbige nicht eher das Eis so tief ausfurchen, um sich in ihm einzugraben, als dagegen den Felsen zu ritzen? Jedenfalls könnte dieser Felsen nur durch härtere Kiesel als er selbst, nicht aber durch andere geritzt werden. Wenn die Kalksteine, welche am Fusse der Gletscher von Grindelwald liegen, durch die Sandkörner und die Feldspath- und Quarzgeschiebe, welche diese Gletscher von ihren oberen Parthieen mitbringen, gefurcht wurden, so folgt daraus keineswegs, dass die Feldspathgeschiebe, welche durch die Gletscher von Chamouni transportirt wurden, die quarzigen Felsen, auf denen sich selbige endigen, konnten gefurcht haben. Man wird nichts Stichhaltiges gegen dieses Argument aufbringen können.

Einen anderen Einwurf nimmt Necker davon her, dass die von Urgebirgsfelsen abstammenden Blöcke ungleich häufiger und weiter fortgerückt gefunden werden, als die Kalkblöcke. So sind z. B. in der Umgebung von Genf die von der Centralkette herrührenden Findlinge, obschon sie den am weitesten abliegenden und zugleich schmalsten Saum des Beckens bilden, unendlich häufiger als die Kalkblöcke, obwohl die Kalksteingebirge einen viel beträchtlicheren Raum als die Urgebirge einnehmen. Mit Recht bemerkt hierbei Necker, dass diese Beobachtungen entschieden gegen die Voraussetzung streiten, dass die Alpengletscher einst bis in die Ebenen sich ausgedehnt und bis dahin diese Blöcke, sowie die ihrer Moränen geführt hätten. Wenn dem so wäre, setzt er hinzu, so müsste, da die Gletscher in gleicher Weise die Trümmer aller Thalwände, an deren Fuss sie vorüberziehen, transportiren, die Zahl der Kalkblöcke viel beträchtlicher als die der Urgebirgs-Findlinge sein, und zwar im Verhältniss der relativen Mächtigkeit der Kalk- und Urgebirge am Nordabhange der Alpen.

Endlich erklärt es Necker für unmöglich, in der Vertheilung, Stellung und Struktur der Ablagerung von Geschieben und Blöcken in den Ebenen etwas zu finden, was auch nur auf die entfernteste Weise an Moränen erinnern könnte. Diese Bemerkung kann ich vollkommen bestätigen, denn im bayerischen Oberlande bin ich nie Findlings-Anhäufungen begegnet, die mich an die mir aus Autopsie wohlbekannten Moränen vor den Gletschern bei Grindelwald erinnert hätten.

Necker erklärt sich, im Anschlusse an seinen Grossvater, den Transport der Findlinge in folgender Weise. Es gab eine Zeit, wo, wie aus mehreren alten, dermalen mit keinen Gletschern mehr in Verbindung stehenden Moränenwällen zu schliessen ist, die Alpengletscher weit ausgedehnter als gegenwärtig waren, in die Thalgründe hinabstiegen, sie bisweilen durchsetzten und durch gewaltige Wälle von

Moränen absperrten. Durch die Aufstauung der Flüsse bildeten sich alsdann Seen von grosser Tiefe und Ausdehnung, und wenn diese beim Rückzuge der Gletscher ihre Dämme durchbrachen, stürzten sich die enormen Wassermassen mit der grössten Heftigkeit gegen die Ebenen, indem sie nicht allein die gewaltigen Blöcke aus dem durchbrochenen Theil der Moränen, sondern auch die auf der Thalsohle und am Fuss der beiden Gehänge vorkommenden, nebst allen andern im Wege liegenden Trümmern mit sich fortrissen.* Um aber den Transport der grossen Blöcke bis auf die Gehänge des Juras zu erklären, nimmt er an, dass einst von den Mündungen aller grossen Alpenthäler Massen aus Blöcken, Grus und Sand gemengt, und durch Letten oder Schlamm lose verbunden, ausgingen und in sehr gedrückten Böschungen in die Ebene herabstiegen, wo sie sich an den Fus der äusseren Jurakette anlehnten. Diese locker aufgehäuften Massen bildeten gewissermassen die Brücken, über welche die Blöcke von den wüthig daher brausenden Fluthen fortgeführt und weit hinaus in die Ebenen und bis auf den Jura abgesetzt wurden. Bei solchen innerhalb der Centralkette der Alpen erfolgenden Durchbrüchen wurden aber nicht blos die zunächst liegenden Blöcke von Urgebirgsarten, sondern auch im weiteren Verlaufe die von den Kalkbergen herabgestürzten Felstrümmer mit fortgerissen. Da indess die Triebkraft des Wassers wegen der Verminderung der Schnelligkeit seines Falles schon geringer war, bis es die Kalkblöcke erreichte, so konnte es diesen nicht mehr die gleiche Geschwindigkeit als den granitischen Blöcken der Centralkette mittheilen; jene mussten daher viel eher still halten,

* Zur Erläuterung führt Necker einen analogen Fall aus der neueren Zeit an. Die während des kalten und regnerischen Sommers 1816 auf den schweizerischen Hochalpen angehäuften Schneewasser hatten den Umfang der meisten Gletscher bedeutend vergrössert, was unter anderen auch bei denen des Thales von Bagnes im Valais der Fall war. Einer von ihnen, der Gletscher von Getroz, auf dem Gipfel einer Felsklippe dieses Thales stehend, stürzte beständig, von den oberen Schnee- und Eismassen getrieben, seine Trümmer von der Höhe dieses Abgrundes in den Thalweg hinab. Hier bildeten sie ein Haufwerk wie eine dicke Mauer, welche das ganze Thal durchsetzend dem durchströmenden Flusse den Weg sperrte und dadurch die Bildung eines Sees von einer halben Stunde Ausdehnung veranlasste. Im Jahre 1818 verursachte der Druck des Wassers einen Durchbruch durch diese Wand und ein plötzliches Abfliessen dieser ungeheueren Wassermasse, welche mit einer fürchterlichen Geschwindigkeit durch das schmale Thal von Bagnes sich stürzte, in das grosse Thal von Valais hinabströmte, und Alles, was sie auf ihrem Wege fand: enorme Felsblöcke, Wohnungen, Bäume, Menschen, Thiere, mit sich fortschleppte, um die verschiedenartigsten Gegenstände, in Schlamm- und Kiesmassen verwirrt durcheinander gemengt, auf der Ebene von Martigny abzusetzen. Von da stürzte sich der Strom durch das Querthal von St. Moriz in den Genfer See, dessen Wasser er in Aufregung brachte, und in welchem er weit über den Punkt vorrückte, wo die Rhone sich bei ihren grössten Anschwellungen ausbreitet. Dieses Ereigniss kann als die getreue Darstellung, wenn auch in viel kleinerem Maassstabe, von den ungeheueren Durchbrüchen angesehen werden, denen Saussure den Transport der über die Schweizer-Ebenen und bis auf die Juragehänge verbreiteten Alpenblöcke beimisst. Auch in diesem neueren Falle wurden Blöcke, fast so gross wie in den eben erwähnten Ebenen, in wenig Minuten von den Höhen des Thales von Bagnes in das von Martigny hinabgeführt.

während die letzteren ihre Geschwindigkeit länger beibehielten und in grössere Entfernungen geführt wurden.

Ehe wir eine Meinung über diese Ansicht aussprechen, wird es zweckmässig sein, noch einen Blick auf die Verhältnisse in den skandinavisch-finnischen Gebirgen, von welchen die Verstreuung der Findlinge in der grossen nordeuropäischen Ebene ausgegangen ist, zu werfen. Diese Verhältnisse sind eben so genau erforscht als die der Alpen und zeigen uns zugleich das hier besprochene Phänomen in einer anderen Ausprägung; auch hier kann nur das Hauptsächlichste in Erwägung kommen und sollen zunächst nur, um nicht zu weitläufig zu werden, lediglich die Hauptresultate der Beobachter angeführt werden.

Es ist gleich höchst auffallend, dass fast alle Geologen, welche Skandinavien und Finnland auf dieses Phänomen hin untersucht haben, selbst solche, welche dasselbe in der Schweiz aus Autopsie kennen lernten und sich hinsichtlich der Alpen der Gletschertheorie von Agassiz accommodirten, für jene nördlichen Länder die Ursache der Verstreuung der Findlinge nicht in Gletschern, sondern in Fluthen, entweder ausschliesslich oder doch nur mit untergeordnetem Einflusse von Gletschern, gefunden haben. So z. B. macht Th. Scheerer* bemerklich, dass, wie günstig man sich auch für Norwegen die klimatischen Verhältnisse zur Eisbildung denken möge, es gleichwohl nicht gelingen werde, jene flachen, kahlgescheuerten, geschiebleeren und auf mehrere Meilen sich erstreckenden Küstenflächen mit ihren angrenzenden Inselgruppen, oder die weit ausgedehnten Gebirgsplateaus mit wirklichen Gletschermassen zu bedecken; auf letzteren könnten wohl grössere Schneefelder, aber keine gleitenden Gletscher existirt haben. Noch weniger aber liessen sich die norwegischen Friktionsrinnen, wie solche von einigen Zoll bis zu 20, 30 und mehr Fuss Tiefe in Silikatgesteinen, z. B. im Zirkonsyenit, vorkommen, auf Rechnung der Gletscher bringen. Scheerer beharrt auf der von Sefström und Anderen ausgesprochenen Ansicht, dass die skandinavischen Friktions-Erscheinungen der Hauptsache nach nicht durch Gletscher, sondern durch eine gewaltige Geröllfluth hervorgerufen wurden. Selbst für die Schweiz will er, obwohl in der Hauptsache der Gletschertheorie beipflichtend, doch damit keineswegs alle Fluthwirkungen ausgeschlossen wissen.

In ähnlicher Weise spricht sich Murchison aus, der sich mit dem Studium des Phänomens der Findlinge im Norden viel beschäftigte. Er zieht einen scharfen bestimmten Unterschied zwischen dem Schuttlande, welches die Schrammen, Furchen und andere, den Wirkungen des Eises zugeschriebene Erscheinungen hervorrief, und den eckigen Blöcken Skandinaviens, welche über jenem Schuttlande ihre Stelle einnehmen und mit den Schrammen u. s. w. ausser Zusammenhang sind. Nach seiner Ueberzeugung muss man zur Erklärung der von

* Jahrb. für Mineralog. 1852. S. 824; 1849. S. 257.

gedachtem Schuttlande ausgeübten Wirkungen dem Wasser einen bei weitem grösseren Antheil zuschreiben als dem Eise.

Desor*, der mit Agassiz gemeinschaftlich die Erscheinungen der Wanderblöcke in der Schweiz, später auch die in Schweden und Nordamerika untersuchte, kam ebenfalls für letztere Länder zu einem anderen Resultate als in der Schweiz. Er überzeugte sich nämlich selbst, gleich Murchison, dass die Åsar Schwedens anderen Ursprunges sind als die Moränen der Schweiz, denn geschichtet oder ungeschichtet auf polirten und geritzten Felsflächen ruhend, bestehen sie in ihrer unteren Abtheilung gewöhnlich aus Thon mit Seemuscheln und in ihrer oberen aus erratischen Blöcken, welche mithin jene Streifungen und Glättungen nicht hervorgebracht haben konnten. Eben so fand er in Nordamerika, dass die Wanderblöcke von den polirten und gestreiften Felsen durch Meeres- und Süsswasserbildungen geschieden sind. Daher will Desor die erratischen Blöcke Nordamerikas durch schwimmende Eisberge herbeigeführt wissen und meint, dass in solcher Weise die Theorie von der Eisperiode nicht beeinträchtigt, sondern vielmehr in ihrer Dauer verlängert werde.

Darauf hin erklärte sich Berzelius** in folgender Weise. „Der Streit über die Ursache der Schrammen und der Abschleifung unserer Berge scheint seinem Ende zu nahen; Murchison's Abhandlung wird wohl sehr viel dazu beitragen. Desor besuchte Schweden und beim Anblick unserer Åsar, der gigantischen Gerölle-Anhäufungen, äusserte er, dass diese unmöglich durch Gletscher erklärt werden könnten, dass sie keine Moränen seien. Mit dieser Erklärung ist die Gletschertheorie gefallen. Nun wird aber ein Konflikt verschiedener Meinungen über die Entstehung solcher ungeheuern Wasserfluthen nicht fehlen, und da die Ursache nie anders als vermuthungsweise dargelegt werden kann, so sieht man das Ende des Streites nicht voraus.“

Um die Gletschertheorie nicht ganz aufgeben zu müssen, haben, wie vorhin erwähnt, Desor und Andere auch noch schwimmende Eisberge zum Transport der Findlinge in Anspruch genommen; diese Ansicht hat schon vor der Eistheorie bestanden und ist hauptsächlich zur Erklärung der weiten Verstreuung der Blöcke benutzt worden. Sie hat allerdings Manches für sich, noch mehr aber gegen sich. Ihr zufolge müsste so ziemlich ganz Deutschland mit Ausnahme seiner Gebirge unter Wasser gestanden haben, damit aus Schweden die Wanderblöcke bis in die Nähe von Leipzig, aus den Alpen bis gegen München fortgeschafft werden konnten. Da nun das Treibeis am Ufer stranden muss, um seine Blöcke abzusetzen, so hätten sich Strandlinien bilden sollen und zwar sehr viele, weil die Findlinge in sehr verschiedenen Höhen abgelagert sind. Dass man aber von solchen Strandlinien nichts weiter finden sollte, als hie und da strichweise

---

* Jahrbuch für Mineralog. 1853. S. 495.

** Leonhard's Geognos. und Geolog. S. 298.

Ablagerungen von Blöcken, dass mit ihnen gar keine Anhäufungen von Muschelschalen in Verbindung stehen, wie es bei wirklichen Strandlinien der Fall ist, dass sie überhaupt durch kein anderes Merkmal als solche sich kundgeben, macht schon die ganze Annahme sehr bedenklich. Ferner ist nicht einzusehen, warum das Treibeis nicht seine Blöcke in Bayern hätte viel weiter als bis in die Gegend von München verführen müssen, da erst der fränkisch-pfälzische Jura und das bayerische Waldgebirge dem Urmeere einen Damm entgegen setzen konnten und also ebenfalls mit Findlingen hätten bedacht werden sollen, während an diesen Gebirgen keine zu finden sind. Mit Recht ist weiter eingewendet worden, es sei kaum anzunehmen, dass Treibeismassen, ohne zu zerschellen, ihren Weg durch die vielfach gewundenen Thäler bis in die Ebenen gefunden hätten. Endlich mussten die Eismassen, wenn sie einmal ins offene Meer gerathen waren, ihren Weg je nach der veränderlichen Richtung des Windes und der Strömungen sich bestimmen lassen und die aus den verschiedenen Thälern oder Ländern transportirten Blöcke würden sich dann miteinander vermengt haben. Weit entfernt von einem solchen Durcheinander haben die genauesten Untersuchungen in der Schweiz dargethan, dass jede der Thalmündungen, aus welcher Blöcke hervorgingen, ein geschlossenes Gebiet für dieselben behauptet, und dass, wenn an den Grenzen Mengungen vorkommen, dieselben sehr unbedeutend sind und nur auf kurze Erstreckung gefunden werden. Diese Scheidung erstreckt sich so weit, dass die Felsarten von dem einen Ufer des Gebietes nicht einmal auf das andere übergehen. Eine solche geregelte Abgrenzung der Gebiete der Findlinge nach ihren Ursprungsstätten, wie sie auch vorhin schon für die um die Nord- und Ostsee herum sich ziehende Ebene bemerklich gemacht wurde, schliesst geradezu die Annahme ihrer Ablagerung durch Treibeismassen aus.

Wenn aber weder Gletscher noch Eisblöcke den Transport der Wanderblöcke vermittelt haben, was bleibt dann für ein anderer Ausweg über als das Wasser, als gewaltige Fluthen, auf die schon Saussure, in neuerer Zeit Necker, Scheerer, Murchison, Berzelius, selbst Elie de Beaumont und L. von Buch hinwiesen, wenngleich sie sich über den Ursprung dieser Fluthen nicht geeinigt haben? So z. B. denkt sich Saussure dieselben hervorgerufen, als durch Einsturz der Erdrinde und durch das Oeffnen innerer leerer Räume ein plötzlicher Rückzug des Oceans erfolgte und dadurch die Gewässer vom Alpenlande auf einmal mit furchtbarer Gewalt abflossen. Necker und Andere nehmen den Durchbruch grosser Seen in den Hochthälern an. L. v. Buch lässt die Alpen aus dem Meere durch vulkanische Kräfte emporheben, durch den Stoss ihre Gipfel zertrümmern und durch die abfliessenden Wasser die Blöcke fortreissen. E. de Beaumont hält das durch innere plutonische Erhitzung der Gebirge herbeigeführte plötzliche Schmelzen der Gletscher und Schneewasser für ausreichend, um die zum Transport der Blöcke nothwendige Wassermasse zu liefern.

So bestehen denn sehr verschiedenartige Ansichten der Geologen über die Ursache und die Mittel, durch welche die Verstreuung der Wanderblöcke bewerkstelligt wurde, und als einstimmiges Resultat aus den zahlreichen Untersuchungen geht nur so viel hervor, dass man jetzt mit Sicherheit die Gebirge angeben kann, von welchen die Findlinge durch irgend ein Ereigniss, über dessen Beschaffenheit jedoch die Naturforscher zu keinem Einverständnisse gelangt sind, losgerissen wurden. Was meine Ansicht anbelangt, so kann ich, da mich die Eistheorie nicht zu befriedigen vermag, die Ursache der Verstreuung der Findlinge ebenfalls nur in Wasserfluthen finden, und zwar scheint mir die von Saussure ausgesprochene Meinung noch die meiste Wahrscheinlichkeit zu haben; indess kann ich nicht verkennen, dass, obwohl ich die Annahme von Wasserfluthen als die einzig mögliche festhalten muss, doch manche Erscheinungen übrig bleiben, deren Erklärung noch nicht die wünschenswerthe Sicherheit erlangt hat.

Der vorgeführte Fall kann aber zur Warnung dienen bei anderen analogen Erscheinungen, wo uns die vermittelnden Glieder derselben nicht aufgedeckt vorliegen, allzurasch mit einem absprechenden Urtheil fertig zu sein. So z. B. hat man die Möglichkeit einer Bevölkerung der neuen Welt durch Einwanderung aus der alten lediglich damit abweisen wollen, dass man nicht anzugeben vermöge, auf welche Weise die Einwanderer, sei es zu Wasser oder zu Lande, in die neuen Wohnstätten gekommen wären. Wir sind dies in Bezug auf die Wanderblöcke auch nicht im Stande, wir sind über ihre Transportmittel ganz im Ungewissen und nur auf das Hin- und Herrathen verwiesen, gleichwohl ist es eine völlig ausgemachte Thatsache, dass die Findlinge des nordeuropäischen Tieflandes aus den skandinavisch-finnischen Gebirgen und die der süddeutschen Hochebene aus den Alpen abstammen. Dies ist nun einmal Thatsache, und dieselbe bleibt evident, gleichviel ob wir jemals die ursächlichen und vermittelnden Momente dieser Erscheinung ausfindig machen werden oder nicht.

Die Knochenhöhlen und Knochenbreccien.

Zu den merkwürdigsten Diluvialbildungen, die aus ehemaligen gewaltigen Fluthen hervorgegangen sind, gehören die Ablagerungen von Schuttmassen und Thierknochen, welche in Höhlen oder in offenen Felsspalten vorkommen; erstere sind als Knochenhöhlen, die letzteren als Knochenbreccien bezeichnet.

Die Knochenhöhlen sind Gewölbe von grösserem oder geringerem Umfange, die im Innern der Gebirge enthalten und mit einer Oeffnung nach aussen versehen sind. Sie sind hauptsächlich den Kalkgebirgen eigenthümlich und finden sich von denen der Uebergangszeit an bis herein in die Tertiärzeit, am häufigsten indess in denen der Juraformation. Sie zeigen sich von den verschiedensten Formen, bald sind es nur einfache Gewölbe, bald reihen sich mehrere derselben aneinander an und führen oft in bedeutende Tiefen hinab, und zwar nicht selten in plötzlichen Absätzen, so dass man Leitern anwenden muss,

um auf ihren Boden zu gelangen. Nicht alle Höhlen führen Knochen, sondern es sind immer nur einzelne, die solche enthalten. Die fossilen Thierüberreste liegen gewöhnlich auf dem Boden zerstreut, in Schlamm, eisenschüssigen Thon oder Sand gehüllt und mit Geröllen untermengt; am besten konservirt, wenn sich über diese lockere Einhüllung durch die in den Kalkhöhlen beständig vor sich gehende Tropfsteinbildung eine Stalagmitendecke abgelagert hat. Solcher Kalksinter hat aber auch mitunter die freiliegenden Knochen untereinander fest verkittet, in den untern Abtheilungen der Grüfte sogar eine förmliche mit Geschieben vermengte Knochenbreccie gebildet, und wie die gailenreuther Höhle bei Muggendorf gezeigt hat, selbst in dem obersten, am Eingange liegenden Gewölbe die Knochen an den Wänden und sogar an der Decke festgeheftet. Letzterer Umstand verdient alle Aufmerksamkeit und die eben genannte, an Thierknochen ehemals überreiche Höhle ist deshalb am geeignetsten, uns Aufschlüsse über die Einlagerungsweise der letzteren zu gewähren.

Wie fast in allen Höhlen, so auch in dieser, zeigen alle Knochen eine vollständige Integrität ihrer Umrisse. Sind auch einzelne zerbrochen, so ist doch kein einziger abgerundet, sondern hat seine Kanten vollkommen scharf erhalten, so dass zwischen diesen alterthümlichen Knochen und frischen kein anderer Unterschied besteht, als dass jene den grössten Theil ihres thierischen Leims verloren haben, dadurch spröder geworden sind und an der Zunge kleben, was bei frischen nicht der Fall ist. Die in den Höhlen gefundenen Knochen sind also nicht eigentlich versteinert, wie es bei den in Gesteinen eingeschlossenen der Fall ist; man bezeichnet sie indess ebenfalls als fossile, um sie hiemit von den frischen Knochen zu unterscheiden. Die vollständige Erhaltung ihrer Formen beweist, dass sie nicht aus weiten Fernen her zusammengeschwemmt sein konnten, sie würden sonst ebensowohl ihre Umrisse verloren haben und abgeglättet worden sein, wie die zahlreichen Dolomitgeschiebe, die mit ihnen zugleich in der aus Dolomit bestehenden Höhle von Gailenreuth vorkommen, und die vollständig abgeschliffen sind. Wenn aber die Knochen nicht eingeschwemmt sind, weil ihre Erhaltung das Gegentheil beweist, so lassen sich nur zwei Fälle denken, wie selbige in die Höhlen gelangt sind. Es konnten nämlich die Thiere, deren Knochen sich in den Grotten finden, in letzteren ihren Aufenthalt gehabt haben und darin gestorben sein; die weichen Theile sind dann verfault, die Gebeine aber haben sich erhalten, zumal da sich bald eine vor Verwitterung schützende Decke über sie lagerte. Dies dürfte z. B. in der Höhle von Kirkdale in England der Fall gewesen sein, wo die Mehrzahl der fossilen Knochen von Hyänen herrühren, welche als gesellige Thiere darin lange ihren Haushalt getrieben haben mochten, bis die Fluth dem ganzen Geschlechte ein Ende machte. Anders gestaltet sich aber die Sache für die gailenreuther Höhle, wo die in mehr als tausend Individuen abgelagerten Bären die Hauptbevölkerung ausmachen, neben denen sich noch einige andere Raubthiere, wie Tiger, Hyänen, Wölfe, Vielfrasse,

aber in sehr geringer Anzahl, vorgefunden haben, also Thiere, die sich nicht neben einander vertragen und von denen die meisten auch nicht gesellig leben; dazu kommt noch der befremdliche, schon vorhin erwähnte Umstand, dass einige ihrer Knochen an den Wänden und selbst an der Decke des obern Gewölbes durch Kalksinter angeheftet gefunden wurden. Dies, in Verbindung mit der Unversehrtheit der Gebeine, lässt wohl keine andere Erklärung zu, als dass diese Thiere zugleich mit einer Menge von Geröllen und Schlamm in die Höhle eingeschwemmt wurden, aber noch in ganzen Kadavern, welche das Gewölbe bis zur Decke erfüllten, so dass bei der eintretenden Fäulniss noch Stücke vom Skelet an letztere durch den sich bildenden Tropfstein festgekittet werden konnten. Bei der weiter gehenden Verwesung lösten sich dann die Knochen aus ihrem Verbande und konnten hernach von den einströmenden Gewässern auch in die untern Abtheilungen der Höhle hinabgeschwemmt werden, wo zuletzt der Kalksinter sie zu einer festen Masse zusammen fügte.

Die meisten Knochenhöhlen liegen in einer solchen Höhe über den in ihrer Nähe vorüberlaufenden Flüssen, dass keine noch so grosse Anschwellung der letzteren sie mehr erreichen kann; die Knochen und Gerölle, die in ihnen abgelagert sind, wurden demnach nicht durch Ueberschwemmungen, wie sie von den dermaligen Gewässern ausgehen können, in die Grotten geführt, sondern es müssen Fluthen gewesen sein, wie man sie von solcher Mächtigkeit in den historischen Zeiten gar nicht mehr kennt. Wie durch die Wanderblöcke, so werden wir also auch durch die Knochenhöhlen auf einen über alles jetzige Maass hinausgehenden hohen Stand der Urgewässer hingewiesen. In diese Urzeit werden wir aber auch noch durch Betrachtung der Thiere selbst, die ihre Gebeine in diesen Höhlen zurückgelassen haben, geführt, denn weit die Mehrzahl derselben gehört Arten, zum Theil selbst Gattungen an, die in der jetzt lebenden Thierwelt gar nicht mehr repräsentirt sind, die also in Folge jener grossen Katastrophe vollkommen ausgerottet wurden.

Die hier besprochenen Knochenhöhlen sind aber keineswegs vereinzelte Erscheinungen; vielmehr hat man sie in den meisten Ländern, wo man auf sie Acht gab, gefunden und immer werden noch neue entdeckt. Man kennt sie besonders zahlreich aus Deutschland, Frankreich, Belgien und England, ferner aus Italien, aus den Karpathen und dem Altai, aus Nord- und Südamerika, aus Neuholland und Neuseeland. Sie sind daher nicht minder universell als es die Erscheinung der Wanderblöcke ebenfalls ist, und überall zeigen sie sich unter denselben Verhältnissen, nur nach den grossen geographischen Distanzen mit einem andern Bestande ihrer Bewohner.

An die Ablagerungen der Knochenhöhlen schliessen sich die Knochenbreccien an, welche offene Spalten der Gebirge, namentlich der Juraformation, erfüllen und aus Knochen bestehen, welche zugleich mit Kalksteinbruchstücken und Konchylien durch ein festes, rothes, eisenschüssiges, kalkiges Cäment verbunden sind. Die Knochen

gehören meist Thieren an, die man ebenfalls in den Höhlen findet, haben jedoch auch einiges Eigenthümliche und mit ihnen kommen überdies Konchylien vor und zwar in manchen Spalten solche, die von Meeresthieren, wie z. B. *Patella* und *Pecten*, andere, die von Landschnecken, wie *Helix, Bulimus* und *Pupa* herrühren. Man findet die Knochenbreccien selten im Binnenlande; besonders häufig kommen sie an den Küsten des mittelländischen Meeres vor, wie z. B. bei Gibraltar, Cette, Antibes, Nizza, auf Korsika, Sardinien [Cagliari], Sizilien, Dalmatien, Griechenland und andern Küstenpunkten des Mittelmeeres. Sie reichen hier bis zu einer Höhe von 500 Fuss über dem Wasserspiegel des letzteren und verdanken demnach ihren Ursprung wohl denselben Fluthen, welche die Knochen in den Höhlen ablagerten.

Die Fauna der Tertiär- und Diluvial-Gebilde im Allgemeinen.

Die verschiedenen Gebilde des Diluviums, wie sie als Ablagerungen von Geröllen, Grus, Sand, Lehm*, kalkigen Bildungen u. s. w. in weiter Ausbreitung auf der Oberfläche der Erde, oder in Höhlen und Felsspalten sich abgesetzt haben, enthalten häufig Ueberreste organischer Wesen, hauptsächlich von Säugthieren, und schliessen sich in letzterer Beziehung innig an die Tertiärformation an. Der Grundcharakter, welcher durch die Fauna der Tertiär- und Diluvialablagerungen hindurch geht, soll Gegenstand der nachfolgenden Schilderung sein, wobei wir mit etwas mehr Ausführlichkeit bei den Säugthieren zu verweilen haben, weil selbige die bedeutungsvollste und markirteste Gruppe unter sämmtlichen organischen Wesen dieser beiden Perioden ausmachen.

I. Säugthiere.

Affen. Erst in neuester Zeit sind einige wenige Ueberreste von Affen gefunden worden, theils in der alten, theils in der neuen Welt, und nach diesen geographischen Sonderungen auch zoologisch, wie die lebenden Vierhänder, verschieden. Die fossilen Ueberreste der alten Welt [England, Südfrankreich und Griechenland] sind nahe verwandt mit noch lebenden Gattungen und sämmtlich tertiär, wenn nicht etwa der in neupliocänen Gebilden aufgefundene, aber nur nach einem einzigen Zahne gekannte *Macacus pliocaenus* bereits zur Diluvialzeit gehört. Entschieden letzterer zuständig sind die durch Lund in den Knochenhöhlen von Minas geraes entdeckten fossilen Affenknochen, von denen er vier Arten an noch in Brasilien lebende Gattungen [*Jacchus, Cebus,*

* Eine besondere Erwähnung verdient noch der Löss, ein lehmiges, gelblichgraues, zu einer losen, zerreiblichen Masse verbundenes und mit Quarzsand, Kalktheilen und Glimmerschüppchen vermengtes Gebilde. Er ist im Rhein-, Main-, Donaugebiete und anderwärts weit verbreitet, oft von bedeutender Mächtigkeit, zeigt selten Spuren von Schichtung, ist oft sehr reich an Land- und Süsswasser-Konchylien, deren Arten noch lebend vorkommen, und enthält auch hie und da Säugthierknochen, namentlich vom Mammuth.

Callithrix], die fünfte aber an eine erloschene Gattung [*Protopithecus*] verweist. Man kann wenigstens von den genauer untersuchten alten Arten behaupten, dass sie ausgestorben sind. Auffallend ist die weite Verbreitung der urweltlichen Vierhänder in Europa, indem sie bis zum 52° n. Breite reicht.

Handflügler sind spärlich gefunden und daher zur Charakteristik der tertiären und diluvialen Fauna von keinem Belange. Bei der Kleinheit und Gebrechlichkeit ihrer Knochen konnten sie nur unter seltenen günstigen Umständen vor der Vernichtung geschützt bleiben. Ihre Ueberreste sind im Gips des Montmartre, in den Knochenbreccien und in den Knochenhöhlen gefunden worden; in letzteren mögen sie mitunter postdiluvianisch sein. Eine Verschiedenheit der antediluvianischen Ueberreste von lebenden Gattungen konnte bisher nicht nachgewiesen werden; die europäischen wurden auf unsere, die aus den brasilischen Knochenhöhlen auf südamerikanische Formen zurückgeführt. — Die wenigen Ueberreste, die von Insektenfressern gefunden wurden, beziehen sich meist auf unsere einheimischen Gattungen, zum Theil auf die nämlichen Spezies, doch deuten einige auch ausgestorbene Gattungen an. In Brasilien haben die Insektenfresser vor der letzten Katastrophe ebenso gefehlt, als es noch jetzt daselbst mit den lebenden der Fall ist.

Raubthiere. Der häufigste Bewohner der europäischen Knochenhöhlen ist der Höhlenbär, *Ursus spelaeus,* von dem der *U. arctoideus* nicht spezifisch verschieden ist, und der von allen lebenden Arten auffallend abweicht. Der erst nach etlichen Schädeln aus der gailenreuther Höhle bekannte *Ursus priscus* lässt sich nicht mit Sicherheit vom lebenden braunen Bären unterscheiden. Als obertertiär wird der *Ursus arvernensis* aus Südfrankreich bezeichnet; in den Siwalikhügeln am Fusse des Himalayas, von denen man übrigens nicht sicher weiss, ob sie als tertiäre oder diluviale Bildungen zu betrachten sind, tritt die mit *Ursus* einigermassen verwandte Gattung *Agriotherium* [*Hyaenarctos*] *fossile* ein.

In der gailenreuther und sundwicher Höhle sind einige Ueberreste vom Vielfrass gefunden worden, also von einer Gattung, die gegenwärtig nur dem höheren Norden angehört. Die Art ist als *Gulo spelaeus* benannt worden und differirt wenig von der lebenden; eine von letzterer ebenfalls nicht bedeutend abweichende wurde in den obertertiären Gebilden bei Pikermi in Griechenland entdeckt.

In denselben sowie in andern europäischen Höhlen, insbesondere häufig aber in der Höhle von Kirkdale, haben einst Hyänen gelebt, *Hyaena spelaea,* mit welcher *H. intermedia* identisch ist, also Thiere, die dermalen für Europa fremd sind. Eine weitere Merkwürdigkeit ist, dass diese Höhlenhyäne mit derjenigen lebenden Art, welche von ihr am weitesten geographisch getrennt ist, nämlich mit der *H. crocuta* aus Südafrika, in nächster Verwandtschaft steht. Eine andere in südfranzösischen Höhlen aufgefundene urweltliche Art, *H. prisca,* kommt mit der lebenden gestreiften Hyäne so sehr überein, dass sichere Un-

terschiede noch nicht nachgewiesen sind. In oberen Tertiärschichten des südlichen Frankreichs, Griechenlands und in den Siwalikbergen sind ebenfalls fossile Ueberreste von Hyänen vorgekommen.

Mehrere Katzenarten haben Ueberreste sowohl in obern Tertiärablagerungen als in Höhlen zurückgelassen, darunter am wichtigsten der Höhlenlöwe, *Felis spelaea*, der zuerst aus der gailenreuther Höhle bekannt wurde. Er übertrifft an Grösse die grössten lebenden Löwen und Tiger, kommt am nächsten dem ersteren, ist aber doch spezifisch von ihm verschieden.

Eine höchst ausgezeichnete, in mehreren Arten weit verbreitete, aber ausgestorbene Gattung ist *Machaerodus*. Im Knochenbau nach den Hauptmerkmalen mit den Katzen übereinkommend, unterscheidet sie sich auffallend durch ihre flach zusammengedrückten, klingenartigen, meist sägeförmig gekerbten Eckzähne; die grossen Arten stehen an Grösse dem Höhlenlöwen nicht nach. Sie kommt in tertiären Ablagerungen von Eppelsheim, Südfrankreich, Griechenland und Nordamerika vor, ist aber auch in einigen Ueberresten in der Höhle von Kent in England und sogar in den brasilianischen Höhlen [*Smilodon neogaeus, Hyaena neogaea*] gefunden worden.

Ueberreste von Hunden kommen schon in Tertiärgesteinen, noch häufiger aber in Knochenhöhlen vor; so z. B. in der gailenreuther und andern Höhlen der Höhlenwolf, *Canis spelaeus*, dessen Skelet von dem des lebenden Wolfes oder grosser Hunde nicht unterschieden werden kann.

Nager. Verschiedene Arten, theils lebenden, theils erloschenen Gattungen angehörig, stellen sich in tertiären und diluvialen Gebilden ein; bemerkenswerth ist der Höhlenbiber, der vom lebenden abweicht, und die Pfeifhasen [*Lagomys*], die dermalen auf den hohen Norden beschränkt sind, aber früher weit in Europa verbreitet waren, denn man kennt Ueberreste von ihnen aus der Knochenhöhle von Kent in England, aus den Knochenbreccien von Montmorency, Sizilien, Korsika, Sardinien, hier in unglaublicher Anzahl, ausserdem noch aus den Süsswasserkalken von Oeningen.

Beutelthiere. Gegenwärtig auf Australien, einige der molukkischen Inseln und Amerika eingegrenzt, zeigt diese Ordnung in der Urzeit eine weit grössere Verbreitung als in der jetzigen, und tritt auch früher schon auf den Schauplatz als die übrigen Säugthiere, indem man ihr Ueberreste aus den Schiefern von Stonesfield und aus den Purbeckschichten überwiesen hat. Im pariser Gips und in den Süsswasserkalken der Auvergne und obern Loire hat Gervais 7 Arten unterschieden, die am nächsten mit der amerikanischen Gattung *Didelphys* übereinstimmen. Lund zählt aus den brasilischen Knochenhöhlen 6 Arten von *Didelphys* auf, die er mit noch in Südamerika lebenden verwandt findet. Eine reiche Ausbeute haben die Knochenhöhlen und Knochenbreccien des Wellington-Thales [westlich der blauen Berge am Macquarie] in Neuholland geliefert. Man hat theils Arten getroffen, die zwar erloschen, aber doch noch durch die gegenwärtig dort lebenden

Gattungen *Thylacinus, Dasyurus, Phalangista, Halmaturus, Hypsiprymnus* und *Phascolomys* vertreten sind, theils zu den ausgestorbenen Gattungen *Diprotodon* und *Nototherium* gehören, von denen die erstere die Grösse eines Nashorns erreichte.

Zahnlücker. Auf Südamerika und die tropischen Länder der alten Welt dermalen beschränkt, hat sich doch aus der Urzeit auch eine ausgestorbene Gattung in Europa gefunden, während die andern bisher nur in Amerika, aber nicht blos im südlichen, sondern auch im nördlichen, entdeckt wurden. Von 39 Arten, die Bronn aus der Ordnung der Edentaten aufzählt, sind nur 2 tertiäre, eine dritte mit diluvialen gemeinschaftlich, alle andern rein diluvial. Die europäische Gattung ist das *Macrotherium*, von dem einige Ueberreste bei Eppelsheim, im südlichen Frankreich und bei Pikermi in Griechenland gefunden wurden und ein kolossales Thier anzeigen. Näher an die Faulthiere schlossen sich die schwerfälligen, meist riesenhaften Formen von *Megatherium, Megalonyx, Mylodon* und *Scelidotherium* an, die von Patagonien an bis in das mittlere Nordamerika im Diluvialschlamme, einige auch in Knochenhöhlen eingelagert sind, zum Theil in ganzen Skeleten und von der Grösse eines Ochsen bis fast zu der des Elephanten. Unter den in Südamerika gefundenen Gürtelthieren stimmen einige aus den brasilischen Knochenhöhlen abstammende mit lebenden Arten noch so sehr überein, dass man sie wenigstens von der Gattung *Dasypus* nicht trennen kann; dagegen gehören die andern, die theils in eben diesen Höhlen, theils im Pampasschlamme von Buenos-Ayres begraben liegen, zu ausgestorbenen Gattungen, unter denen *Glyptodon, Chlamydotherium* und *Pachytherium* die Grösse des Nashorns erreichten. Sonderbar, dass zugleich mit diesen Thieren D'Orbigny in den brasilischen Pampas fossile Knochen traf, die er zu *Orycteropus* bringt, also zu einer Gattung, die dermalen nur in Afrika lebt.

Dickhäuter. Während die 6 lebenden Arten Pferde ursprünglich auf die alte Welt eingeschränkt sind, kommen die urweltlichen auch noch in ganz Amerika vor, und finden sich theils in den obern Tertiär-, theils in den Diluvialbildungen. Ersteren angehörig ist die Gattung *Hippotherium*, die aus Deutschland, Frankreich, Spanien und Griechenland [*H. gracile*] bekannt ist und gewöhnlich mit *Dinotherium* und *Mastodon angustidens* zugleich vorkommt; eine andere Art [*H. antilopinum*] ist in den Siwalikhügeln, und eine dritte [*H. venustum*] in Südkarolina gefunden worden. Die Gattung *Equus* aus den Diluvialablagerungen ist noch allgemeiner verbreitet; die häufigste Art in der alten Welt, *E. fossilis*, lässt sich nach den uns allein aufbewahrten Skelettheilen von den lebenden Spezies nicht unterscheiden; in Nord- und Südamerika, zum Theil schon hie und da in Europa, scheinen andere Arten an ihre Stelle zu treten. Nach Aimard kommen echte Pferde auch schon in Pliocänbildungen von Frankreich vor.

Die übrigen Dickhäuter bilden eine höchst merkwürdige Gruppe sowohl durch den Reichthum an Gattungen, von denen weit die meisten ausgestorben sind, als auch durch ihr einstiges zahlreiches Vorkommen

in Europa, während jetzt in diesem Welttheile nur noch eine einzige Art lebend getroffen wird und auch in den andern Kontinenten diese Ordnung dermalen sehr spärlich vertreten ist. Die Mehrzahl gehört dem Tertiärgebirge an und findet sich sowohl in eocänen als in den neueren Schichten bis hinein in die Diluvialbildungen. Wie bei den Zahnlückern, so auch bei den Dickhäutern werden die jetzt schroff und durch weite Abstände voneinander gesonderten lebenden Gattungen erst durch die ausgestorbenen Zwischenglieder zu einem wohlgeordneten Ganzen verbunden, so dass die lebenden Formen für sich — ausser Zusammenhang mit den erloschenen Gattungen — gewissermassen wie die Trümmer eines alten zerstörten Bauwerkes jetzt dastehen.

Gleich zu den merkwürdigsten Formen gehören die drei Gattungen der rüsseltragenden, mit grossen Stosszähnen bewaffneten Dickhäuter, wovon nur die eine [*Elephas*] noch lebend erhalten ist, die beiden andern aber [*Mastodon* und *Dinotherium*] aus dem Leben verschwunden sind. Am bekanntesten unter ihnen ist das Mammuth [*Elephas primigenius*], das über ganz Europa, Nordasien und Nordamerika verbreitet ist, in nächster Verwandtschaft mit dem lebenden indischen Elephanten steht, gleichwohl in der Urzeit in Indien durch eine andere Art vertreten wurde. Obwohl das Mammuth bereits in den jüngsten Tertiärgebilden sich einstellt, so hat es doch sein Hauptvorkommen in den verschiedenen Diluvialablagerungen, wo es gewöhnlich in Begleitung von *Rhinoceros tichorhinus, Hyaena spelaea, Bos primigenius, Equus fossilis* u. s. w. erscheint. Seine Ueberreste finden sich in solcher Häufigkeit wie von keinem andern Thiere, besonders in Sibirien, wo sie bis in den Polarkreis hinein reichen und die Stosszähne als Elfenbein jährlich zu Tausenden von Zentnern ausgeführt werden. In verschiedenen Ländern hat man schon ganze Skelete ausgegraben; was aber ungleich verwundersamer, man hat an der Küste von Sibirien ganze Kadaver mit Fleisch, Haut und Haaren aufgefunden, die als in ewigem Eis eingefroren sich von ihrem Tode an bis auf unsere Zeit erhalten haben.

Eine andere dem Elephanten nahe verwandte und hauptsächlich nur durch die höckerigen Backenzähne von ihm verschiedene Form ist die Gattung *Mastodon*, welche in mehreren Arten über Europa, Asien, Nord- und Südamerika verbreitet ist und selbst in Neuholland mit den vorhin erwähnten Beutelthieren zusammen gefunden wurde, aus der lebenden Welt aber verschwunden ist. *Mastodon giganteus* findet sich durch ganz Nordamerika von der Landenge von Darien an bis zum 65° n. Breite im aufgeschwemmten Lande nur wenige Fuss unter dem Boden, und zwar nicht selten in ganzen Skeleten, zugleich mit Zähnen vom Mammuth. An Grösse kommt diese Art den grössten Elephanten gleich, hat aber ein noch massiveres Knochengerüste. Bemerkenswerth ist es, dass in vielen Fällen die Ueberreste von Mastodon auch in pliocänen und selbst eocänen Tertiärschichten nachgewiesen wurden, wo die des Mammuths nicht mehr vorkommen. — Eine andere Form, *M. angustidens*, ist über Europa und Nordasien

verbreitet und zwar in mittleren und oberen Tertiärschichten, gewöhnlich in Begleitung von *Rhinoceros incisivus* und *Dinotherium*.

Eine zur Zeit nur in Tertiärablagerungen in Europa und am Fusse des Himalaya gefundene und ebenfalls ausgestorbene Gattung ist das *Dinotherium*, von dem bisher blos die Zähne und der Schädel mit Sicherheit gekannt sind; letzterer hat bei *D. giganteum* die enorme Länge von 3½ Fuss. *

Unter den ganz auf das Tertiärgebirge beschränkten und zwar schon in der eocänen Abtheilung beginnenden, zugleich sämmtlich erloschenen Gattungen sind hier hauptsächlich in Erwähnung zu bringen: *Palaeotherium, Lophiodon, Hyracotherium, Adapis, Choeropotamus, Anthracotherium, Anoplotherium, Xiphodon* u. s. w. Diese gehören also zum ältesten Bestande der Säugthierbevölkerung und werden nicht in den Diluvialgebilden gefunden.

Was die übrigen noch lebenden Gattungen der Dickhäuter anbetrifft, so sind alle, mit Ausnahme von *Hyrax*, bereits in der Urzeit repräsentirt; die wichtigste darunter ist das Nashorn, das mit mehreren Arten in mittleren und oberen Tertiär-, so wie in Diluvialgebilden auftritt und weit über seine dermaligen Grenzen ausschreitend im grössten Theil von Europa, Nordasien, am Fusse des Himalayas und sogar in Nordamerika aufgefunden worden ist. Zu den tertiären Arten gehören *Rhinoceros Schleiermacheri* und *incisivus*; aus Diluvialablagerungen, sehr selten aus oberpliocänen, stammt das *Rh. tichorhinus* und seine Ueberreste sind nach denen des Mammuths die häufigsten von allen urweltlichen Säugthieren. Man trifft bisweilen von ihm ganze Skelete; aber in Sibirien hat man den wichtigsten Fund gemacht, indem dort am Wilui-Flusse im Lande der Jakuten am aufgethauten Ufer ein ganzer Kadaver mit Haut, Haaren und Fleisch entdeckt wurde. Durch die knöcherne Nasenscheidewand ist diese Spezies von den vorhin genannten und allen lebenden auffallend verschieden.

Das Flusspferd ist im fossilen Zustand aus dem nördlichen Afrika, Indien und Europa bekannt, dort aus obern tertiären, hier lediglich aus Diluvialgebilden und als *Hippopotamus major* benannt; dasselbe gleicht dem lebenden Flusspferde so sehr, dass Blainville

---

* Dem *Dinotherium* ist sein Platz im Systeme bald bei den rüsseltragenden Dickhäutern, bald bei den pflanzenfressenden Wallen angewiesen worden. Nach dem Baue des Schädels, auf welchem allein diese Bestimmungen beruhen, kann das Eine wie das Andere der Fall sein, und die Entscheidung hängt daher von der Auffindung der uns bisher noch unbekannten Knochen des Rumpfes und der Gliedmassen ab. Nachdem nicht so sehr selten Zähne gefunden wurden, liegt die Vermuthung nahe, dass auch Wirbel und Knochen von Extremitäten mit vorgekommen sind, dass aber diese mit den Formen einer andern Gattung so nahe übereinstimmen, dass sie deshalb mit letzterer bisher konfundirt wurden. Da nun die Zähne von *Dinotherium* niemals mit Zähnen oder Knochen von Wallen, wohl aber gewöhnlich mit Ueberresten von *Mastodon* vergesellschaftet sind, so ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass das Knochengerüste des Rumpfes und der Gliedmassen bei beiden Gattungen sich in wesentlichen Stücken so ähnlich ist, dass sie ebendeshalb bis jetzt nicht auseinander geschieden werden konnten.

sogar der Meinung ist, dass es mit demselben vereinigt werden müsse. Schweinsartige Thiere gab es in der Urzeit in ausgestorbenen und noch lebenden Gattungen, sowohl in obern Tertiär- als Diluvialschichten. Das in den Höhlen gefundene Schwein scheint nicht verschieden gewesen zu sein vom lebenden Wildschwein. Ueberreste vom Tapir hat man nicht blos in den Knochenhöhlen Brasiliens und am Irawaddi, sondern auch in obern Tertiärbildungen Deutschlands und Frankreichs gefunden.

Wiederkäuer. Fehlen der untern oder eocänen Gruppe der Tertiärformation noch ganz, und stellen sich erst in der mittlern und obern Abtheilung derselben, so wie im Diluvium ein, sowohl in sämmtlichen noch lebenden als auch in einigen ausgestorbenen Gattungen. Am spärlichsten sind die Schwielengänger repräsentirt; von Kameelen hat man etliche Ueberreste in den Siwalikbergen und vom Lama in den brasilischen Knochenhöhlen angeführt. Die Giraffe, dermalen auf Afrika beschränkt, hat nordwärts ihren Wohnsitz früher bis nach Frankreich und aller Wahrscheinlichkeit nach bis Griechenland, ostwärts bis Indien ausgedehnt, woselbst in den Siwalikbergen nebst Ueberresten von dieser Gattung zugleich eine ausgestorbene, das *Sivatherium giganteum*, von kolossaler Grösse entdeckt wurde.

Ungemein zahlreich waren die Hirsche, von denen man mehr als 50 Arten unterscheiden will, die schon in den mittlern und obern Tertiärbildungen sich einstellen, am häufigsten aber im Diluvium vorkommen, hier jedoch öfters nicht streng von den Einlagerungen des Alluviums geschieden. Erwähnenswerth sind die im Diluvium des mittlern und zum Theil noch des südlichen Europas vorkommenden fossilen Ueberreste, die in nächster Uebereinstimmung mit Edelhirsch, Reh, Elenthier und Rennthier stehen; am merkwürdigsten indess ist das Riesenelenn [*Cervus eurycerus*], das in verschiedenen Diluvialbildungen Europas, am häufigsten aber, und nicht selten in ganzen Skeleten, in Torfmooren Irlands getroffen wird. Es ist dies eine ausgestorbene Art, von der man ohne befriedigenden Nachweis vermuthete, dass ihr Erlöschen erst vor einigen Jahrhunderten erfolgt sei.

Von Hohlhörnern kennt man aus der Tertiärzeit nur wenige Ueberreste, so z. B. von *Bos*, *Capra* und hauptsächlich von Antilopen bei Pikermi in Griechenland; die meisten sind im Diluvium begraben und bei der Gleichförmigkeit ihres Skeletbaues hat ihre sichere Bestimmung mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, was namentlich für die Schafe und Ziegen gilt, von denen überdies fossile Ueberreste ungemein spärlich sind. Desto zahlreicher sind die von Rindern, zumal von den in den verschiedenen Diluvialbildungen, bisweilen in ganzen Skeleten, enthaltenen beiden Arten: *Bos primigenius* und *Bos priscus*, wovon jener mit dem Hausrinde, dieser mit dem Wisent [*Bos Bonasus*] in so genauer Verwandtschaft steht, dass man die ausgestorbenen Arten mit den entsprechenden lebenden sogar identificirte und im *Bos primigenius* den Stammvater unseres Rindviehes erkennen wollte. Gegen eine solche Folgerung lässt sich jedoch immerhin ein-

wenden, dass in den Weichtheilen Verschiedenheiten gelegen haben könnten, in welchen die Artendifferenz sich ausgesprochen hätte.

Meeres-Säugthiere. Von robbenartigen Thieren sind zwar Anzeichen im Tertiärgebirge vorhanden, aber zu unvollständig, um eine genaue Vergleichung zuzulassen. — Von den sirenenartigen Wallen ist nur eine Gattung *Halitherium* [*Halianassa*, *Metaxytherium*] mit Sicherheit gekannt, die eine Zwischenform zwischen dem Lamantin und Dujong bildet und in etlichen ausgestorbenen Arten, zum Theil in ganzen Skeleten, in oberen Tertiärschichten Europas vorkommt. — Die Zeuglodonten sind eine erloschene Familie, die in Nordamerika und Europa sich einstellt. Die Gattung *Zeuglodon* ist in den südlichen Staaten der Union und zwar in kalkigen Eocänschichten mit Meereskonchylien des pariser Grobkalkes und londoner Thones, öfters in ganzen Skeleten, abgelagert; die grösste Art, *Z. macrospondylus*, hat eine Länge von 70 Fuss. Die europäische Gattung *Squalodon* aus Miocängebilden ist von geringerer Grösse und ebenfalls ausschliesslich tertiär. — Die eigentlichen Walle finden sich in erloschenen und noch lebenden Gattungen, sind aber gewöhnlich sehr unvollständig erhalten; sie sind meist in den Tertiärgebirgen, zum Theil selbst in den ältesten, abgelagert. Ueberreste von *Balaena* sind im tertiären Crag von England und in einem pariser Keller gefunden worden; von Finnfischen kennt man Skelete zweier Arten aus blauen Thonschichten bei Piacenza, nämlich *Balaenoptera Cuvieri*, 21 Fuss lang, und *B. Cortesii* von nur 12 Fuss Länge. Mit Ueberresten vom Mammuth sind im Diluvium der Küste von Essex Zähne vorgekommen, die sich von denen des Pottfisches nicht unterscheiden lassen. Verschiedene Delphine und die ausgestorbene Gattung *Arionius* stammen aus der Tertiärzeit; in einem Torfmoore von Lincolnshire hat man jedoch ein fast vollständiges Skelet entdeckt, das Owen als *Delphinus* [*Phocaena*] *crassidens* benannte und das sich nur wenig von *D. orca* unterscheidet. — Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Meeressäugthiere, mit wenig Ausnahmen, auf die eigentlichen Tertiärablagerungen beschränkt sind.

II. Vögel.

Die Ueberreste von Vögeln sind im Tertiärgebirge und Diluviallande sehr spärlich, was theils davon herrühren mag, dass die meisten Arten klein und ihre Knochen gebrechlich, folglich zur Aufbewahrung wenig geeignet sind, theils davon, dass sich diese Thiere durch Fliegen und Schwimmen bei einbrechenden Fluthen eher retten oder doch wenigstens dem allgemeinen Untergange entziehen konnten, so dass, wenn sie zuletzt auch von diesem ergriffen wurden, ihre Leichname mehr oberflächlich zu liegen kamen und dann gegen die Verwesung keine schützende Decke fanden. Man kennt indess fossile Vögelknochen aus allen Abtheilungen des Tertiärgebirges, ferner aus Knochenbreccien, Knochenhöhlen und andern Ablagerungen des Diluviums und zwar in letzterem weit häufiger als in ersterem; indess hat ihre Bestimmung

grosse Schwierigkeiten, da man fast niemals ganze Skelete beisammen findet, so dass ihre Vergleichung mit den lebenden Arten nicht mit der erforderlichen Sicherheit vorgenommen werden kann. Im Allgemeinen lässt sich nur sagen, dass noch keine vollkommene Identität der urweltlichen Arten mit den lebenden nachgewiesen worden ist, dass sich aber auch unter den ersteren bisher nichts Eigenthümliches gezeigt hat. Eine Ausnahme hievon machen jedoch die merkwürdigen Ueberreste von Laufvögeln, die in neuester Zeit auf Neuseeland entdeckt wurden.

Man hat nämlich auf der nördlichen und südlichen Insel von Neuseeland im aufgeschwemmten Boden, nebenbei auch in zwei Knochenhöhlen, Tausende von Knochen gefunden, welche von drei ausgestorbenen Gattungen der Laufvögel [Kurzflügler], nämlich von *Dinornis, Palapteryx* und *Apterornis* herrühren, zugleich mit einigen andern, die von noch dort lebenden Gattungen *Apteryx, Notornis* und *Nestor* abstammen; nach Mantell sind in ihrer Begleitung auch Reste von *Canis, Arctocephalus, Aptenodytes, Diomedea* und *Brachypteryx* vorgekommen. Da die Knochen nur oberflächlich mit Dammerde oder Sand bedeckt, und von ziemlich frischem Ansehen sind, da ferner mit ihnen zugleich Knochen von noch auf Neuseeland lebenden Thieren vorkommen, auch die Eingeborenen von riesenhaften Vögeln, Moa oder Movie von ihnen benannt, die noch in entlegenen Gebirgsgegenden der Inseln leben sollen, berichten, so hat man die Meinung aufgestellt, dass gedachte Thiere erst in historischer Zeit, vielleicht sogar erst seit Einwanderung der jetzigen Bewohner Neuseelands, ausgestorben seien. Alsdann wären diese Thierreste nicht diluvial, sondern alluvial. Da indess die Knochen in Haufen beisammen liegen, einige auch in Höhlen und auf dem hundert Fuss hohen Moaberge 15 engl. Meilen landeinwärts gefunden wurden, so scheint der Untergang dieser Vögel nicht sowohl durch Ausrottung von Menschen als vielmehr durch eine Fluth bewerkstelligt worden zu sein, die wenigstens eine Höhe von 100 F. erreichen musste und daher nicht in die neuere Zeit fallen dürfte. Das Vorkommen von Knochen ausgestorbener Formen mit solchen von noch lebenden Gattungen ist auch sonst in diluvialen und tertiären Gebilden nichts Ungewöhnliches; jedenfalls aber kann die massenhafte Aufhäufung von Knochen nur durch eine Fluth bewirkt worden sein. Von *Dinornis* unterscheidet Owen 7 Arten, unter denen die grösste über 10 Fuss hoch sein mochte und also noch den Strauss überragte; von *Palapteryx* 4 Arten von der Grösse des Kasuars und Strausses, und von *Apterornis* eine Art in der Grösse unsers Trappen. Auch Eier wurden gefunden, die zum Theil grösser, aber dünnschaliger als die des Strausses sind.

Auch auf Madagaskar ist ein riesenhafter dreizehiger Laufvogel, *Aepyornis maximus* entdeckt worden, der wenigstens gleiche Grösse mit den grössten neuseeländischen Arten haben mochte oder diese sogar noch übertraf. Bis jetzt kennt man nur einige Fragmente von Laufknochen und andern Knochen, die in einer grossen Höhle zu

Nossi-Be, und etliche Eier, die im Stromgebiete des Sakalavas gefunden wurden. Ein solches Ei ist über fusslang und sein Rauminhalt ist sechsmal so gross als der eines Strausseneies. Auch auf Madagaskar besteht die Sage, dass dieser Vogel noch im Innern der Insel lebe, ohne Zweifel mit eben so wenig Grund, als es in Neuseeland der Fall ist. Ob seine Ueberreste in diluvialen oder alluvialen Ablagerungen enthalten sind, ist nicht ermittelt; mir scheint Ersteres das wahrscheinlichere zu sein.

III. Amphibien.

Die Amphibien treten im Tertiärgebirge mit ihren 4 Ordnungen auf, und zwar hauptsächlich als Land- und Süsswasser-Bewohner, deren Ueberreste in den tertiären Felsgebilden eingeschlossen sind. Die paradoxen Formen der früheren Perioden sind verschwunden und die meisten Arten gehören zu noch lebenden Gattungen, aber soweit mit Sicherheit Bestimmungen vorgenommen werden konnten, stellen sie wohl alle ausgestorbene Arten dar. Schildkröten sind verhältnissmässig am häufigsten und zwar nicht blos als Meerbewohner, sondern auch als Sumpf- und Landschildkröten, welch letztere hier zum ersten Male auf dem Schauplatze auftreten. * Mit den untergegangenen Landsäugthieren kommen Saurier-Ueberreste vor, die den lebenden Krokodilen und Eidechsen sehr nahe stehen, dieselben auch nicht an Grösse übertrafen, aber eine weitere Verbreitung hatten, indem die ersteren in der Tertiärzeit auch in Europa einheimisch waren. Sehr selten finden sich Knochenstücke von Schlangen, die hier zum ersten Male gesehen werden. Auch die Batrachier zeigen erst in den Tertiärablagerungen ihre Existenz an, doch sind ihre Ueberreste häufiger. Am meisten Aufsehen unter ihnen hat der *Homo diluvii testis* aus den öninger Schiefern erregt, den Scheuchzer für einen urweltlichen Menschen, Blumenbach und Andere für einen Wels ansahen, bis Cuvier ihn zu den Salamandern verwies, unter welchen er am nächsten dem grossen japanischen Salamander kommt. Mehrere Arten von Fröschen sind ebenfalls in den merkwürdigen Schiefern von Oeningen aufbewahrt, worunter ein vollständiges Exemplar der Familie der Hornkröten angehört. — Es ist hiebei zu bemerken, dass im Diluviallande Reptilienreste sehr selten und zerstreut vorkommen und in der Regel von den noch existirenden Formen nicht hinreichend unterschieden werden können, zum Theil auch postdiluvianischen Ursprungs sein mögen.

---

* Als ob die Landschildkröten ihr verspätetes Eintreten auf der Erdoberfläche recht bemerklich machen wollten, stellen sie sich gleich mit der riesigsten Form aus der ganzen Ordnung überhaupt ein, nämlich mit *Colossochelys Atlas*, einer Gattung, die in ihrem Baue nicht wesentlich von den gewöhnlichen Landschildkröten verschieden ist, an Grösse aber alle andern weit übertrifft, denn das ganze Thier wird auf 18 Fuss Länge und 7 Fuss Höhe geschätzt. Es wurde gefunden in den obertertiären oder diluvialen Schichten der Siwalikhügel am Fusse des Himalaya, zugleich mit Sumpf-Schildkröten, Krokodilen, Affen, Pferden, Nashörnern, Elephanten, Mastodonten u. a.

IV. Fische.

Zahlreich sind die Fische in manchen Tertiärgebilden vorhanden und kommen gewöhnlich sehr mit den lebenden überein, gleichwohl versichert Agassiz, dass er nicht eine Spezies getroffen hätte, die vollkommen mit denen unserer Meere identisch wäre, mit Ausnahme eines kleinen Fisches, der auf Grönland in Thonkugeln eingeschlossen ist. Der Unterschied zwischen Meeres- und Süsswasserfischen tritt jetzt in grösster Entschiedenheit auf. Besonders häufig und dabei gut erhalten sind die Fische des Monte Bolca, welche Agassiz einer Periode zwischen der Kreide- und Tertiärbildung zuschreibt. In den unteren Tertiärbildungen, im londoner Thon und im pariser Grobkalk, gehört wenigstens ein Drittel der Arten noch zu ganz ausgestorbenen Gattungen; die Mehrzahl der Fische weist auf wärmere Klimate als die unserigen hin. In den Süsswasserablagerungen sind häufig Arten von Karpfen, Cyprinodonten, Aalen, Hechten und Groppen; man trifft unter ihnen noch immer ausgestorbene Gattungen. Die Arten des englischen Crag, der Subapennin-Bildungen und der Molasse gehören alle zu Gattungen unserer Epoche, doch deuten sie ebenfalls wärmere Klimate als das unsere an. — Aus den Diluvialablagerungen sind nur wenige Fische bekannt, und Agassiz weiss nur von einem, der in genauer Weise bestimmt wurde, nämlich von dem *Esox Otto,* der in Schlesien mit Elephantenknochen beisammen lag und trotz seiner Aehnlichkeit mit unserem Hechte doch spezifische Differenzen darbietet.

V. Wirbellose Thiere.

Wir können uns bei dieser Abtheilung kurz fassen, da ihrem Typus wesentlich der der Jetztzeit zu Grunde liegt. Der Gegensatz zwischen Meeres- und Süsswasser-Bewohnern, sowie zwischen Land- und Wasserthieren überhaupt, ist wie jetzt bestimmt ausgedrückt. Von den Mollusken kennt man über 5000 Arten, die überwiegend dem Tertiärgebirge zustehen. Da im Allgemeinen angenommen ist, dass die Uebereinstimmung der fossilen Konchylien mit lebenden um so grösser wird, je jünger die Tertiärgebilde sind, so folgt daraus von selbst, dass letztere sich zunächst an die im Diluvium enthaltenen anschliessen. — Die Insekten treten im Tertiärgebirge mit allen Ordnungen auf, selbst mit Schmetterlingen und Bienen, die beide zum ersten Male erscheinen; auch Arachniden, Skorpione und Myriapoden fehlen nicht. Dass die Insekten in den Diluvialbildungen fast ganz vermisst werden, darf nicht verwundern, wenn man bedenkt, unter welchen Umständen die letztern abgelagert wurden und wie gebrechlich jene Thiere sind. Die meiste Ausbeute haben die Tertiärgebilde von Aix, Oeningen, Radoboj und der Bernstein ergeben. Heer*, der aus den tertiären Lokalitäten von Oeningen und Radoboj 443 Spezies von Insekten unterschied, ist über ihre Beziehung zu den lebenden

* Jahrb. für Mineralog. 1850. S. 33.

auf folgendes Resultat gekommen: „so ähnlich auch manche vorweltliche Arten jetztlebenden sind, so sind doch alle ohne Ausnahme verschieden, so dass die ganze Insekten-Schöpfung der Tertiärzeit vor der Erschaffung der jetztlebenden untergegangen ist.“ Obwohl die meisten Arten auf bekannte Gattungen zurückgeführt werden können, so sind doch unter letzteren auch einige ausgestorbene.

VI. Pflanzen.

Bezüglich der Pflanzen ist hier nur bemerklich zu machen, dass uns in den Diluvialbildungen fast nichts von denselben aufbewahrt worden ist, und dass die in den Tertiärgebirgen abgelagerten, nach Goeppert's Urtheil, sämmtlich von den lebenden verschieden sind.

Vergleichung der Tertiär- und Diluvialthiere mit einander und mit denen der Jetztzeit.

Nachdem im Vorstehenden eine kurze Uebersicht von dem Hauptcharakter der organischen Wesen in der Tertiär- und Diluvialperiode gegeben wurde, haben wir jetzt Material zur Beantwortung einer höchst wichtigen doppelten Frage erlangt, nämlich 1) ob die Fauna und Flora der Tertiärgebirge scharf von der der Diluvialgebilde geschieden ist oder durch identische Arten mit ihr in Verbindung steht, 2) ob die organische Welt der Diluvialformationen in gleicher Weise durchgreifend von der jetzt lebenden verschieden ist, oder durch übereinstimmende Arten unmittelbar an sie sich anschliesst.

Zur Beantwortung der ersten Frage, ob die organischen Wesen der Tertiär- und Diluvialgebilde scharf voneinander getrennt oder durch identische Spezies miteinander verbunden sind, sind wir fast nur auf die Säugthiere verwiesen, da uns die übrigen Thierklassen nebst den Pflanzen entweder gar keine oder doch nur ungenügende Anhaltspunkte darbieten.

Für die Säugthiere ist es aber erwiesen, dass mit wenig Ausnahmen eine gänzliche Verschiedenheit zwischen denen der Tertiär- und denen der Diluvial-Ablagerungen besteht. Ein recht anschauliches Beispiel von der Verschiedenheit der älteren und neueren Säugthier-Fauna einer und derselben Lokalität gewährt uns eine Vergleichung der im tertiären Gipse von Paris aufgefundenen Säugthierarten mit denen, welche daselbst in den Spalten des nämlichen Gipses und des tertiären Sandsteines entdeckt wurden.

Nach Cuvier's Angaben wurden nämlich im genannten Gipse, als Einschlüsse innerhalb der Masse desselben, aufgefunden: a. Handflügler: Fledermaus. — b. Raubthiere: grosser Wolf, verschieden von allen lebenden Arten, Fuchs, ein mit *Nasua* und *Procyon* verwandtes Thier* und *Viverra*. — c. Beutelthiere: *Didelphys*. —

* *Taxotherium* neuerdings von Blainville genannt, um seine nächste Verwandtschaft mit dem Dachse zu bezeichnen.

d. Nager: *Myoxus, Sciurus.* — e. Dickhäuter: *Palaeotherium, Anoplotherium, Chaeropotamus, Adapis.*

In den Spalten des nämlichen Gipses, also als Diluvialabsätze, wurden eingelagert gefunden: * a. Insektenfresser: Spitzmaus mit 2 Arten, analog dem *Sorex tetragonurus* und *fodiens.* Maulwurf. — b. Fleischfresser: Dachs, Wiesel, Iltis, Marder, sämmtlich von den lebenden nicht verschieden; ausserdem Höhlenbär und Hyäne. — c. Nager: *Hypudaeus* mit 4 — 5 Arten. Hamster, vom lebenden nicht verschieden. Ziesel, am meisten dem *Spermophilus Richardsonii* sich annähernd. Hase mit breiterem und platterem Schädel als der unsere; *Lagomys* mit 2 Arten. — d. Dickhäuter: Elephant, Nashorn, Schwein, Pferd. — e. Wiederkäuer: Rennthier, Hirsch und Rind.

Hier zeigt sich also in dem Bestande der beiderlei Faunen eine durchgängige Differenz, sodass nicht nur alle Arten, sondern selbst alle Gattungen von einander ganz verschieden sind und mithin die Schlussfolgerung von selbst sich ergiebt, dass zur Zeit, wo die Eocänthiere in der Umgegend von Paris lebten, die Diluvialthiere noch nicht daselbst existirten, und dass umgekehrt jene bereits ausgerottet waren, als diese die Bevölkerung der dortigen Gegend ausmachten.

Obwohl, wie gesagt, im Allgemeinen es sich überall bewährt, dass die Säugthiere der Tertiärgebilde sich von denen des Diluviums unterscheiden, so giebt es doch einige Punkte, von welchen ihr gleichzeitiges Vorkommen berichtet wird. So z. B. liegen nach Jaeger in den Bohnerzgruben der schwäbischen Alp Ueberreste von Mammuth und andern Diluvialthieren mit solchen von Mastodon, Dinotherium, Hippotherium, Paläotherium aus der Tertiärformation beisammen. Eben so kennt man einige andere Fälle, wo *Mastodon angustidens* und Mammuth in denselben Schichten zusammen gefunden wurden. *Mastodon giganteus,* in der Regel nur diluvial, ist doch auch, nach glaubwürdigen Angaben, in tertiären Ablagerungen nachgewiesen worden; dasselbe gilt für *Rhinoceros tichorhinus,* von dem vereinzelte Vorkommnisse im tertiären englischen Crag, zugleich mit Mammuth und Mastodon, bekannt sind. Nach Aimard kommen Ueberreste echter Pferde schon in oberpliocänen Bildungen Frankreichs vor.

Wenn gleich es nur wenige Fälle bisher sind, die ein Hereinreichen der tertiären Säugthier-Fauna in die des Diluviums bezeugen, und wenn insbesondere es für die Bohnerzablagerungen sehr wahrscheinlich ist, dass in selbigen die Tertiärüberreste nur eine sekundäre Stätte erlangt haben, also nicht zum Bestande der Diluvialfauna zu zählen sind, so sind die übrigen Fälle doch von einer Art, dass die Behauptung, als seien die Tertiärthiere schon vollständig erloschen gewesen als die im Diluvium begrabenen in die Existenz gerufen wurden, nicht in unbedingter Allgemeinheit ausgesprochen werden darf.

---

* Vergl. Desnoyers *note sur les cavernes et les brèches à ossements des environs de Paris* (*Annales des sciences géologiques publiées par M. Rivière* 1842, *p.* 8).

Ist zwar die gänzliche Verschiedenheit beiderlei Säugthier-Faunen als Regel ausser Zweifel gesetzt, so dürfen doch ebenfalls die Ausnahmen, so spärlich sie auch sind, nicht ausser Acht gelassen werden.

Zur Erklärung dieser Ausnahmen dürften folgende Erwägungen in Betracht kommen. Mit Abschluss der Kreidebildungen musste bereits ein grosser Theil der Erdoberfläche trocken gelegt sein, weil ausserdem die sämmtlichen Landthiere, deren zahlreichen Spuren wir in den Tertiärgebirgen begegnen, gar nicht hätten existiren können. Als dann die letzteren abgelagert wurden, so wurde dadurch ein grösserer oder geringerer Theil der damaligen Thierbevölkerung vertilgt; da aber die Tertiärbildungen meist sehr beschränkter Ausdehnung sind, so konnten immerhin manche Thiere sich dem Untergange durch die Flucht entziehen, andere, die in entfernteren Gegenden wohnten, waren nicht einmal von demselben bedroht. Nach dem Ablaufe solcher partieller Ueberschwemmungen, die mitunter ganze weite Strecken entvölkert hatten, konnte eine Wiederbevölkerung derselben nicht blos von den Thieren erfolgen, die etwa in höheren Regionen ihr Leben gefristet hatten, sondern auch durch Einwanderungen von auswärtigen Arten, die im Laufe der Zeit allmählig sich weiter verbreiteten und dann allerdings für die Gegenden, in welche sie einzogen, Neulinge waren, während sie in ihren Ursitzen als gleichzeitig und gleichalterig mit der ganzen Thierbevölkerung der Tertiärperiode erschaffen worden sein konnten. Von einer solchen späteren Einwanderung dürfte z. B. die Thierbevölkerung herrühren, deren Ueberreste in den Spalten des pariser Gipsgebirges enthalten sind; sie folgte einer andern, welche daselbst während der Bildung dieses Gipses in ihnen ihre Grabstätte fand. Durch solche Einwanderungen wurden auch Vermengungen der älteren ansässigen Population mit neuen Arten herbeigeführt. Leider ist unsere Kenntniss der Tertiärformationen, zumal der älteren, zur Zeit noch auf sehr wenige Lokalitäten beschränkt und jede Verallgemeinerung der bisherigen mangelhaften Erfahrungen daher allzugewagt, um für mehr als eine blose Vermuthung ausgegeben werden zu können.

Wir gehen zur Beantwortung der zweiten Frage über, ob die in den Diluvialbildungen uns überlieferte organische Welt von der jetztlebenden durchgängig verschieden oder durch gemeinsame Arten mit ihr verbunden ist. Auch bei dieser Erörterung muss die Klasse der Säugthiere den Ausschlag geben, weil von den andern zu wenig in den Diluvialformationen vorhanden ist, dagegen haben wir bei der Beantwortung dieser Frage den grossen Vortheil vor der der ersten voraus, dass uns diese Ablagerungen über einen weit grössern Theil der Erdoberfläche bekannt sind als die tertiären, schon deshalb, weil sie als die oberflächlichsten dem Beobachter leichter zugänglich sind. Wir haben also diejenigen Thiere, welche unmittelbar vor dem Eintritt der letzten grossen Katastrophe, der Diluvialfluth, die Erde bevölkerten und die daher als antediluvianische bezeichnet werden, zu vergleichen mit denen, welche die gegenwärtig lebende Fauna ausmachen.

Um gleich das Hauptresultat der Vergleichungen bezüglich der Diluvial-Säugthiere auszusprechen, so ist es erwiesen, dass die weitaus überwiegende Majorität derselben spezifisch von den lebenden verschieden ist, dass jene also nicht die Stammeltern der letzteren, sondern mit dem Diluvium erloschene Formen sind. Zwar finden sich unter den Diluvial-Säugthieren nicht mehr so viele fremdartige Gattungen wie in den Tertiärformationen, aber doch haben einige Ordnungen, namentlich die Zahnlücker, manche solche Genera, die zum Theil selbst in den Tertiärgebilden noch nicht gefunden wurden. Bei der grösseren Uebereinstimmung, die sich zwischen Diluvial- und lebenden Thieren herausstellt, steht es zu erwarten, dass insbesondere zwischen den Arten eine grössere Annäherung stattfindet, und dies ist allerdings der Fall. So z. B., um von den europäischen Diluvialthieren zu sprechen, stehen *Ursus priscus, Gulo spelaeus, Hyaena spelaea* und *prisca, Canis spelaeus* und *C. vulpinarius, Equus fossilis, Hippopotamus major, Sus spelaeus, Bos primigenius* und *priscus*, so wie verschiedene Ueberreste von Hirschen mit lebenden Arten in so genauer Verwandtschaft, dass mehrere Paläontologen die meisten derselben geradezu für identisch mit letzteren erklärten. Lund hat ebenfalls für die brasilischen Höhlenthiere auf die nahe Verwandtschaft vieler derselben mit noch lebenden hingewiesen. Es ist hier nicht der Ort, auf spezielle Vergleichungen der mit lebenden Arten verwandten fossilen einzugehen; dies ist eine Erörterung, die dem paläontologischen Abschnitte vorbehalten bleiben muss; nur so viel ist hier wiederholt bemerklich zu machen, dass theils das Knochengerüste allein, zumal wenn es nicht vollständig vorliegt, nicht in allen Fällen zur unzweifelhaften Feststellung der Arten ausreichend ist, da mit leichten Differenzen der harten Theile grosse bezüglich der Weichtheile sich einstellen können, theils aber auch, bei Annahme der Identität solcher Formen, das schon vorhin ausgesprochene allgemeine Resultat nicht alterirt wird, dass nämlich die grosse Mehrzahl der Diluvial-Säugthiere keine Repräsentanten unter den lebenden mehr hat, d. h. vollkommen aus dem jetzigen Lebenskreise verschwunden ist. Zugleich ist bei Vergleichung fossiler Ueberreste mit Vorsicht zu verfahren, um nicht aus späteren Zeiten herstammende Knochen von lebenden Thieren, die zufällig mit echt antediluvianischen vermengt wurden, letzteren zuzuzählen und mithin die Anzahl identischer Arten in unbegründeter Weise zu vermehren.

Was die andern Thierklassen anbelangt, so ist hierüber für vorliegende Frage Folgendes bemerklich zu machen. Die im Diluviallande aufbewahrten Ueberreste von Vögeln sind so mangelhaft erhalten, dass sich ein sicheres Resultat aus ihrer Vergleichung mit den lebenden Arten nicht erwarten lässt. Eine Ausnahme hievon machen nur die in aufgeschwemmten, von mir als Diluvium angenommenen Gebilden auf Neuseeland und Madagaskar aufgefundenen Ueberreste von meist kolossalen Laufvögeln [Kurzflüglern], die total ausgestorben sind. Dass in ihren haufenweise angesammelten Ueberresten auf Neuseeland auch noch Knochen von dort lebenden Vögelgattungen mit vorkommen, ist,

wie schon früher erwähnt, kein Beweis für den postdiluvianischen Ursprung aller dieser Ablagerungen, sondern eine ähnliche Vermengung ausgestorbener und lebender Formen wiederholt sich in den europäischen und brasilischen Knochenhöhlen.

Wenn die in den Siwalikbergen am Fusse des Himalaya gefundenen fossilen Ueberreste dem Diluvium angehören, so haben auch diese, neben vielen ausgestorbenen Formen, einen Beitrag identischer oder doch wenigstens mit lebenden Arten höchst nah verwandter Diluvialthiere aus der Klasse der Amphibien geliefert, indem ausser der erloschenen *Colossochelys atlas* eine Sumpfschildkröte und ein Gavialschädel gefunden wurden, die von *Emys tectum* und *Gavialis longirostris* nicht unterschieden werden können.

Dass in den Diluvialgebilden öfters Konchylien, die mit lebenden identisch sind, sich einstellen, ist schon früher bemerklich gemacht worden. Dieses Vorkommen hat nichts Befremdliches, da Wasserthiere durch Ueberschwemmungen weit weniger gefährdet sind als Landthiere. Letztere müssen daher immer den Ausschlag geben, wenn ermittelt werden soll, ob zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitperioden eine grosse verheerende Katastrophe eingetreten ist, da immer die Landbewohner es sind, welche zunächst einer solchen unterliegen und daher Zeugniss von ihr ablegen.

In Bezug auf letztere gilt aber das schon vorhin für die Säugthiere ausgesprochene Resultat als allgemein, dass in weitaus überwiegender Anzahl die antediluvianischen Thiere zu völlig erloschenen Arten gehören, die also von unsern lebenden entschieden differiren; dass aber zugleich mit diesen ausgerotteten Formen auch solche, jedoch in sehr beschränkter Anzahl, vorkommen, welche mit lebenden in einem solchen Grade übereinstimmen, dass man — so weit man von der Identität des Knochengerüstes auf die des ganzen Körperbaues schliessen darf — zu einem Schlusse auf ihre spezifische Zugehörigkeit berechtigt ist, obwohl immerhin keine absolute Gewissheit hierüber gegeben werden kann. Man kann bei so schwierigen und folgereichen Fragen nicht genug Vorsicht und Zurückhaltung anempfehlen, um nicht durch voreilige Verallgemeinerungen eine ganz falsche Auffassung des Thatbestandes zu veranlassen.

Ein Punkt, der noch schliesslich in Erörterung zu ziehen ist, betrifft das Verhältniss, in welchem die Verbreitung der urweltlichen Säugthiere zu der der lebenden steht. In dieser Beziehung ist die Uebereinstimmung nicht minder merkwürdig als die trotz derselben sich ergebende Differenz.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass die grossen geographischen Verbreitungsbezirke der dermalen lebenden Säugthiere auch für die Diluvial- und Tertiärthiere ihre Gültigkeit haben. So sind z. B. die Formen der altweltlichen Affen in der Urzeit ebenfalls auf die alte Welt, und die der neuweltlichen gleichmässig auf Südamerika beschränkt. Die Beutelthiere, dermalen auf Australien und Amerika angewiesen, haben auch hier vor dem Diluvium ihren Hauptsitz gehabt;

die Zahnlücker, am zahlreichsten in letzterem Welttheil, sind es ebenfalls dort in der Urzeit gewesen; die urweltlichen Hyänen, Kameele, Giraffen sind auf die alte, die Lamas auf die neue Welt, wie jetzt, begrenzt. Um von den Vögeln ein Beispiel zu geben, so kennt man urweltliche Kurzflügler hauptsächlich aus Ländern, wo diese Ordnung noch jetzt ihre lebenden Repräsentanten hat oder doch haben kann.

Gegenüber dieser Uebereinstimmung ergeben sich aber auch zahlreiche und höchst auffallende Ueberschreitungen über die den jetzt lebenden Thieren angewiesenen Grenzen ihrer Verbreitungsbezirke. Affen, Hyänen, Löwen, also Thiere wärmerer Klimate, haben einst in Europa bis nach England sich verbreitet, umgekehrt hatten nordische Thiere, wie Vielfrass, Pfeifhase [*Lagomys*], Rennthiere in frühern Zeiten bis nach Griechenland und Italien sich angesiedelt. Elephanten und Nashörner, die man gewohnt ist sich als Symbole der tropischen Region zu denken, haben in zahllosen Schaaren den Norden der alten Welt bis hinein in den Polarkreis angefüllt und sind hinüber bis nach Amerika gewandert. Die Pferde, die bei der ersten Ankunft der Europäer in letzterem Welttheil allenthalben von den Eingebornen mit Staunen als Fremdlinge betrachtet wurden, hatten vor der Diluvial-Katastrophe diesen ganzen Kontinent bewohnt, während amerikanische Beutelthiere [*Didelphys*] damals in Europa angesiedelt waren. Um die vielen andern Beispiele zu übergehen, sei nur noch bemerklich gemacht, dass vor der grossen Katastrophe unsere Gewässer von Krokodilen und Gavialen bevölkert wurden. Genug, Alles zeigt an, dass die letzten grossen Ereignisse, durch welche die Erdoberfläche ihren dermaligen Bestand erhielt, nicht blos eine Menge organischer Formen vernichteten und andersartige an ihre Stelle setzten, sondern dass sie auch in den Verbreitungsbezirken der Thier- und Pflanzengruppen wesentliche Modifikationen veranlassten.

Es ist bei dieser Gelegenheit einer vielverbreiteten, aber irrigen Meinung über die Beschaffenheit des Klimas zu der Zeit, wo bei uns die Landsäugthiere zum ersten Male auftraten, zu begegnen. Man hat nämlich aus dem Umstande, dass vor dem Eintritte des Diluviums in Europa Affen, Löwen, Hyänen, Elephanten, Nashörner, Flusspferde lebten, den Schluss gezogen, dass damals bei uns eine tropische Hitze geherrscht haben müsse. Zu dieser Folgerung wäre man berechtigt gewesen, wenn die eben genannten Thiere sich als der Art nach identisch mit ihren noch lebenden tropischen Verwandten erwiesen haben würden; allein dies ist durchaus nicht der Fall, im Gegentheil ihre spezifische Verschiedenheit von letzteren ist für die meisten dargethan. Aus der Verwandtschaft einer antediluvianischen Art mit irgend einer lebenden tropischen lässt sich aber keineswegs darauf schliessen, dass beide unter gleichen klimatischen Verhältnissen lebten; die Gattungen der Bären, Hunde, Katzen liefern Beispiele, dass einander nahe verwandte Arten ganz verschiedene Zonen bewohnen können. Man kann allerdings nach dem ganzen Stande der älteren Thier- und Pflanzen-

welt annehmen, dass vor dem Eintritte des Diluviums in Europa und dem nördlichen Asien ein höherer Wärmegrad als dermalen herrschte, aber zum Schlusse auf ein tropisches Klima für gedachte Breitengrade hat man keine Berechtigung.

Man wird sich vielleicht zuletzt verwundern, dass in der bisher vorgeführten Reihe organischer Wesen aus der Urzeit des Gipfelpunktes und Hauptes derselben, des Menschen, nicht gedacht wurde. Der Grund liegt darin, dass die Erörterung des urweltlichen Zustandes des Menschengeschlechtes einer besonderen Abtheilung dieses Werkes vorbehalten ist; einstweilen soll in Bezug auf den angeregten Punkt nur so viel bemerklich gemacht werden, dass von all den Fällen, in welchen von dem Zusammenvorkommen menschlicher Ueberreste mit echt antediluvianischen berichtet wird, nicht ein einziger sich findet, bei welchem nicht die spätere Vermengung geradezu erwiesen werden kann, oder doch die Beibringung eines Beweises für ihre Gleichzeitigkeit schlechthin unmöglich ist. Es soll hiemit übrigens keineswegs behauptet werden, dass das Vorkommen menschlicher Ueberreste mit Thierknochen aus den Zeiten der noachischen Fluth nicht möglich sein könne; es soll hiemit vorläufig nur bemerklich gemacht werden, dass diese Frage noch nicht spruchreif vorliegt und dass insbesondere die ältesten Stammsitze des Menschengeschlechtes auf diesen Gesichtspunkt hin noch gar nicht untersucht sind. Was aber Vogt und Andere von präadamitischen Menschen gefaselt haben, beruht auf grober Entstellung und Unbekanntschaft mit den Thatsachen.

Die letzte grosse Katastrophe.

Mit der Ablagerung der Tertiärformationen war der Ausbau des Felsgebäudes der Erdoberfläche vollendet, Land und Meer waren geschieden, Alles war vorbereitet zur Aufnahme einer neuen organischen Welt, der nach den äussern Bedingungen die Möglichkeit zu einer fortdauernden Existenz gegeben war. Gleichwohl haben wir gesehen, dass diese Schöpfung, wenn auch im Allgemeinen den Typus der jetzigen organischen Welt einhaltend, doch im Einzelnen von ganz anderer Beschaffenheit war als die dermalige, dass weitaus die Mehrzahl ihrer Arten aus dem Bereiche des Lebens geschieden ist und für die andern, welche mit noch existirenden mehr oder minder übereinstimmen, es am Ende selbst zweifelhaft wird, ob sie, wenigstens die Landbewohner, nicht doch in ihren Weichtheilen Differenzen dargeboten haben konnten, aus welchen eine spezifische Sonderung dieser Arten von den jetztlebenden hervorging. Genug die übergrosse Mehrzahl, wenn nicht die Gesammtheit aller Land- und selbst ein Theil der Wasserbewohner, deren Ueberreste in den Tertiär- und Diluvialgebilden begraben sind, zeigen uns unwiderleglich an, dass dem jetzigen Bestande der organischen Welt ein anderer sehr verschiedenartiger unmittelbar vorausging, dass also die Reihe von Katastrophen, welche zu verschiedenen Malen dem Thier- und Pflanzenreiche den Untergang brachten,

mit der Ablagerung der letzten Gebirgsbildungen, der Tertiärformationen, noch nicht beendigt war, dass im Gegentheil noch einmal gewaltige Ereignisse eintraten, welche den lebenden Wesen zum Verderben gereichten, und dass erst nach Ablauf derselben auf der Oberfläche des Erdbodens eine Thier- und Pflanzenwelt sich verbreitete, die seitdem permanent sich forterhalten hat. Welches ist nun aber die Ursache, welche der, der jetzigen unmittelbar vorausgegangenen organischen Welt den Untergang brachte?

Die Antwort hierauf ist nicht schwer zu geben. Ungeheure Fluthen waren es, die allem Leben der antediluvianischen Landthiere und selbst einem Theile der Wasserthiere ein Ende machten. Dies ist eine Thatsache, für die immer mehr Belege aus allen Theilen der Erde beigebracht werden. Ungeheuere Geröllablagerungen am Fusse der Gebirge bis weithinaus in die Niederungen, so wie hinwieder auf grossen Höhen beurkunden auf allen Kontinenten, dass gewaltige Fluthen einst über das feste, von Landthieren bereits bewohnte Land hingeströmt sind; zu Geröllen konnten aber die losgerissenen, ursprünglich eckigen Felstrümmer nur werden, wenn sie lange und rasch vom Wasser umhergetrieben wurden. Im Schoosse dieser weit ausgebreiteten Ablagerungen von Geröllen, Kies, Sand, Lehm und Schlamm finden wir eine Menge Knochenüberreste, zum Theil ganze Skelete von den Thieren, die bei diesen Ueberschwemmungen zu Grunde gingen. Sie finden sich aber nicht blos in den Schutt- und Schlammablagerungen der Ebenen begraben, sondern auch in denen auf den Höhen der Gebirge. So z. B. hat man in einer Kiesgrube bei Kahldorf auf dem Plateau des Juragebirges bei Eichstädt ähnliche fossile Ueberreste wie in den muggendorfer Höhlen ausgegraben. Dies will aber noch wenig sagen gegen das, was von solchen Beispielen aus den südamerikanischen Kordilleren und dem Himalaya bekannt ist. Bei Bogota werden fossile Knochen von Mastodonten und kolossalen Zahnlückern in einer Höhe von 7 bis 8000 Fuss gefunden; Weddell traf dieselben in weiter Entfernung, nämlich am östlichen Abhange der bolivischen Kordilleren in dem Thale von Tarija, wo sie massenhaft, mit Gerölle vermengt, in Lettenschichten eingebettet und nach ihrer Beschaffenheit wahrscheinlich aus höhern Regionen erst herabgeschwemmt worden sind. Pentland hat Zähne von Mastodon gesehen, die auf einer Insel des Titicaca-Sees, also in einer Höhe von mehr als 12,000 Fuss entdeckt worden waren. Webb erhielt aus dem Himalaya fossile Knochen von Pferden und Hirschen aus einer Höhe von 16,000 Fuss, woselbst sie in der Region des ewigen Schnees unter Sand vergraben sind und durch Lawinen herabgebracht werden.

Solche Thatsachen, in Verbindung mit dem, was schon früher über die Verhältnisse der Findlingsblöcke, der Knochenhöhlen und Knochenbreccien beigebracht wurde, zeigen unverkennbar, dass die Ausrottung der antediluvianischen Landthiere lediglich Folge ungeheurer Ueberschwemmungen war. Diese Ueberfluthungen waren aber der universellsten Art, denn sie haben in allen Theilen der Erde ihre

Spuren hinterlassen. Die Frage ist nur, war es eine einzige gewaltige Fluth, die über die ganze Erdoberfläche in einem Zuge sich ergoss, oder waren es lokale Ueberschwemmungen, die zu verschiedenen Zeiten erfolgten, nach und nach aber ebenfalls das ganze feste Land unter Wasser gesetzt hatten? Wir müssen unumwunden eingestehen, dass die Naturforschung zu einer sichern Beantwortung dieser Frage keine Mittel besitzt; wir können also zu ihrer Lösung nur Wahrscheinlichkeitsgründe anführen. Erwägt man aber, dass in Amerika Thiere, die auf Höhen von 7—13,000 Fuss, im Himalaya sogar bis 16,000 Fuss lebten, dem Untergange sich nicht entziehen konnten, dass aus den skandinavischen Gebirgen kleine und grosse Felstrümmer bis an den Nordfuss des Harzes und in die Ebene von Lützen, aus den Centralalpen bis in die oberbayerische Hochebene und selbst bis zur Donau geführt wurden, so haben diese Fluthen eine Höhe erreicht, die nothwendig auch eine ungeheure horizontale Ausdehnung derselben zur Folge hatte. Stand der Himalaya einst bis wenigstens zu 16,000 F. Höhe, die Kordilleren bis wenigstens 13,000 Fuss unter Wasser, lässt sich Aehnliches für die Alpen nach den Erscheinungen der von ihnen ausgehenden Ablagerungen von Geröllen und Felsblöcken annehmen, so wird wohl ganz Asien, Amerika und Europa überfluthet gewesen sein, und die Annahme der Gleichzeitigkeit der solche Ueberschwemmungen herbeiführenden ursachlichen Momente wird wahrscheinlicher sein als die gegentheilige Meinung, dass letztere ihre Wirksamkeit in verschiedenen Zeitperioden bethätigt hätten.

Es liegt nun die Frage nahe, ob diese allgemeine grosse Fluth etwa mit der Sündfluth, von welcher die Bibel berichtet, identisch sein dürfte, oder ob es zwei verschiedene Katastrophen waren, jene die ältere, diese die jüngere. Mit dieser Frage treten wir aber bereits aus dem Gebiete der Naturforschung, welche die Geschichte vergangener Zeiten nur aus den in der Natur ihr vorliegenden Thatsachen zu entziffern sich bemüht, hinüber in den Bereich der eigentlichen Geschichtsforschung, welche zur Lösung der gleichen Aufgabe auf schriftliche und monumentale Dokumente sich stützt. Die Beantwortung dieser müssen wir daher auf den folgenden Abschnitt verschieben, welcher der Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie gewidmet ist.

VIERTER ABSCHNITT.

Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie.

In den drei vorhergehenden Abschnitten haben wir uns bemüht, ein anschauliches Bild von dem Felsgebäude der Erde, soweit letzteres der Beobachtung zugänglich ist, zu liefern, und haben dann, auf diese Kenntniss gestützt, den Versuch gewagt, auch von dem Verlaufe der Schöpfungsgeschichte unsers Weltkörpers uns eine Vorstellung, wenigstens nach ihren Grundmomenten, zu verschaffen. Ein solcher Versuch kann freilich keine Garantie für seine Untrüglichkeit gewähren, denn nicht blos entzieht sich der Moment alles Werdens der naturwissenschaftlichen Betrachtung und fällt letzteres erst als Gewordenes in ihren Bereich, sondern es handelt sich hier noch überdies um Zeiten, die, als vor dem Auftreten des Menschengeschlechtes abgelaufen, auch dessen Selbstbeobachtung entgangen sind. Gleichwohl geben uns uralte Völker-Traditionen, vor allen aber die mosaischen Urkunden, Berichte von diesen vorhistorischen Zeiten, und wenn daher gedachte Ueberlieferungen Glaubwürdigkeit ansprechen dürften, so könnten sie uns über die Urgeschichte der Erde Aufschlüsse geben, durch welche die auf wissenschaftlichem Wege gewagten Versuche zur Konstruktion derselben sowohl Sicherheit als Vervollständigung erlangen würden. Wir haben daher diese alten Urkunden hier in genauere Erwägung zu ziehen, und zwar zunächst den mosaischen Schöpfungsbericht, weil mit diesem an Alter und Autorität kein anderes schriftliches Dokument ähnlichen Betreffes sich messen kann.

Ueber die Urgeschichte eines Dinges kann natürlich nur Der mit Sicherheit Aufschluss geben, der Gelegenheit hatte, dieselbe in allen ihren Stadien zu beobachten. Der Mensch, als der letztgeborne unter

allen irdischen Wesen, kann deshalb aus eigner Erfahrung nichts wissen von dem, was vor seiner Zeit mit der Erde und der vor ihm geschaffenen Pflanzen- und Thierwelt sich zugetragen hat. Erst mit seinem Auftreten gewinnt die Geschichte unsers Weltkörpers Grund und Boden, der aber auch für die Nachkommen verloren geht, wenn ihnen nicht die Erlebnisse der Urahnen durch Ueberlieferung in sicherer Weise festgehalten werden. Denn werden solche Traditionen nicht frühzeitig durch die Schrift fixirt, so ist Gefahr, dass sie in der Erinnerung schwankend und durch die Phantasie umgestaltet, ja bis zum Unkenntlichen entstellt werden. Sind sie einmal der Sage verfallen, so mischt sich Dichtung und Wahrheit in solcher Weise miteinander, dass eine Scheidung kaum mehr möglich wird und sichere Auskunft deshalb nicht zu erlangen ist. Dies ist der Fall mit der Profangeschichte aller Völker, und wir wenden uns deshalb mit der Frage nach der Urgeschichte unseres Geschlechtes vergebens an sie, um eine zuverlässige Antwort zu erhalten.

Nur die Geschichte eines einzigen Volkes macht hievon eine Ausnahme. Im hebräischen Volke nämlich hat sich durch die mosaischen Urkunden nicht blos seine eigne älteste Geschichte, sondern die Urgeschichte des ganzen Menschengeschlechtes, ja die Schöpfungsgeschichte der ganzen sichtbaren Welt überhaupt, in verbürgter sicherer Weise erhalten.

Freilich war Moses kein Zeitgenosse von Adam und konnte daher nicht einmal die Urgeschichte des Menschengeschlechtes nach seinen eigenen Wahrnehmungen aufzeichnen; er konnte hievon, wenn er nichts weiter als ein gewöhnlicher Geschichtschreiber war, höchstens nur nach den in seinem Volke erhaltenen Ueberlieferungen berichten. Aber auch die ersten Menschen konnten aus Autopsie nichts wissen von den Ereignissen, die vor ihrer Zeit sich zugetragen hatten; hierüber konnten sie nur Kunde aus göttlicher Offenbarung erlangen. Dass ihnen aber in der That eine solche zu Theil wurde, berichtet nicht blos die heil. Schrift, sondern es ist dies eine Sache, die sich eigentlich von selbst versteht. Gott der Schöpfer hatte das Menschengeschlecht ins Dasein gerufen, um mit diesem einen ganz bestimmten Zweck durchzuführen. Ueber diesen konnte er aber unsere Ureltern nicht im Ungewissen lassen; er selbst musste sie von der ihnen angewiesenen Aufgabe in Kenntniss setzen. Deshalb mussten sie durch ihn orientirt werden nicht blos über die Beziehungen, in welchen sie sich zu ihm selbst, der sie nach seinem Ebenbilde geschaffen, befanden, sondern auch über das Verhältniss, in welches sie seiner Absicht gemäss zu allen andern Werken seiner Schöpfung gesetzt worden waren. In Folge dieser göttlichen Offenbarung erlangten denn auch unsere Ureltern Kunde von Ereignissen, die sich vor ihrer Zeit zugetragen hatten, und diese pflanzte sich in der Reihenfolge der Erzväter von Geschlecht zu Geschlecht fort, bis sie zu Moses Zeiten durch die Schrift fixirt wurde. Auf diesem Wege wurden in der sichersten Weise die unsern Stammeltern von der höchsten Autorität selbst gewordenen

Kundgebungen den Nachkommen überliefert und die Besorgniss, als ob die mündliche Tradition, bevor sie von Moses durch die Schrift stabil gemacht wurde, bereits durch fremde Zuthaten entstellt worden sein dürfte, kann um so weniger eintreten, da sie einerseits gegen eine solche Entstellung durch ihre Vererbung in den Geschlechtern der Erzväter gesichert war, andererseits Moses selbst unmittelbarer göttlicher Offenbarungen sich zu erfreuen hatte und daher für die Richtigkeit seines Berichtes eine Gewähr einsetzen konnte, wie sie ausserhalb des biblischen Kanons kein anderes historisches Dokument darzubieten vermag.

Insoweit nun die mosaischen Urkunden auf die Schöpfungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner Rücksicht nehmen, erlangt hiemit der Naturforscher für seine Versuche, diese Urgeschichte auf naturwissenschaftlichem Wege zu ermitteln, einen sicheren historischen Vergleichungspunkt; aus der Uebereinstimmung der von ihm gefundenen Resultate mit dem mosaischen Schöpfungsberichte kann er bemessen, in wie fern er zu ihrer Erlangung den rechten Weg in seinen Untersuchungen eingehalten hat.

Ich weiss nun freilich sehr wohl, dass ein grosser Theil der Zeitgenossen den mosaischen Urkunden, wie der Bibel überhaupt, die Autorität nicht zuerkennt, die ich ihnen hier beigelegt habe. Die moderne Weltbildung will jetzt schlechterdings nicht mehr die Bibel als ein Zeugniss göttlichen Geistes gelten lassen: sie will in ihr nichts weiter als ein Produkt gewöhnlicher schriftstellerischer Thätigkeit eines früheren und dabei ganz unreifen Zeitalters anerkennen, ja sie will selbst von Gott nichts oder doch so wenig als möglich wissen. Die Einen statuiren allerdings noch einen persönlichen Gott als Schöpfer Himmels und der Erde; nachdem er aber sein Schöpfungswerk vollbracht, haben sie ihn in Ruhestand versetzt und lassen nunmehr die Welt durch seine Minister, die Naturgesetze, regieren. Andere, die in der Aufklärung weiter fortgeschritten, identifiziren bereits den Schöpfer mit seinem Geschöpfe: Gott ist ihnen in der Welt, das Jenseits in dem Diesseits aufgegangen, und ihr Weltgeist ist sogar des Menschen bedürftig, um in letzterem sich seiner selbst nur bewusst zu werden. Noch Andere, die am weitesten fortgeschritten, läugnen sogar die Existenz Gottes und jede geistige Selbstständigkeit; sie wissen von nichts als Materie und von Bewegung der Materie.

Man wird nicht erwarten, dass ich an diesem Orte diesen Gegnern zu Rede stehen soll; dies ist hier meine Aufgabe nicht und ist überdies bereits von Andern und am gehörigen Orte geschehen, und durch sie die Nichtigkeit und Verkehrtheit einer solchen gottentfremdeten und in ihrem letzten Stadium geradezu gottlosen Weltanschauung zur vollen Genüge dargethan worden. Ich habe hier nur einfach den Standpunkt zu bezeichnen, den ich in diesem Streite einnehme, dass ich nämlich mit der ganzen christlichen Kirche die heil. Schrift als das geoffenbarte Wort Gottes unbedingt anerkenne. Dass Gott die Welt erschaffen und fortwährend unmittelbar regiert, dass er in Christo

selbst Mensch geworden und im Erlösungswerke die durch ihre eigne Schuld gefallene Welt mit ihm selbst versöhnte: dies sind nun einmal Thatsachen, die sich im Laufe der Zeiten wirklich ereignet haben, und alle Einreden einer gottwidrigen und antichristlichen Partei können Gottlob weder das Geschehene ungeschehen, noch die in dem menschgewordenen Gottessohne fernerhin gegebenen Verheissungen rückgängig machen. Dies ist *fait accompli*, gleichviel ob Wenige oder Viele dasselbe nicht anerkennen wollen: Thatsachen lassen sich eben nicht wegreden.

Die Autorität der heil. Schrift, mithin auch der mosaischen Genesis, mit deren Inhalte ich mich in diesem Abschnitte befassen will, steht mir also unantastbar fest. Es ist mir hiebei nicht unbekannt geblieben, welche Einwendungen gegen die letztere erhoben worden sind. Man muss es in wissenschaftlichen wie in Zeitungsblättern und Jugendschriften bis zum Ueberdrusse hören, dass die Wissenschaft nunmehr von Moses sich emanzipirt habe und dadurch erst wahrhaft frei geworden und auf den rechten Weg gekommen sei. Wie ich aber die Einwendungen oder auch das blose Gerede der Gegner der Autorität der mosaischen Urkunden kenne, so sind mir die Argumente ihrer Vertheidiger ebenfalls nicht unbekannt geblieben. Aus der Vergleichung und Prüfung der Gründe und Gegengründe, die in diesem Streite aufgeboten worden, bin ich zur Ueberzeugung gelangt, dass die Argumente der Widersacher theils auf den subjektiven Antipathieen der modernen Weltbildung gegen die Realität des Uebersinnlichen, theils auf erschlichenen Scheingründen oder offenbaren Verdrehungen, theils auf irrigen naturwissenschaftlichen Behauptungen und nur zum weit kleineren Theile auf wirklichen Schwierigkeiten beruhen, wie solche uns bei der geringen Bekanntschaft mit jenen fernen Zeiten gar nicht befremden können, und worüber schon Euler* so scharf und bündig sich erklärt hat, dass ich mich nicht enthalten kann, eine solche gewichtige Autorität hier redend einzuführen.

„Was die von den Freigeistern vorgebrachten Schwierigkeiten und scheinbaren Widersprüche," sagt der grosse Mathematiker, „welche sie in der heil. Schrift anzutreffen vorgeben, anbetrifft, so wird nicht undienlich sein zuvörderst zu bemerken, dass sich keine so fest gegründete Wissenschaft befinde, gegen welche nicht ebenso wichtige und noch wichtigere Einwürfe gemacht werden können. Ja es lassen sich darin solche scheinbare Widersprüche ausfinden, welche dem ersten Anblick nach unlöslich scheinen. Da man aber diese Wissenschaften bis auf ihre ersten Gründe untersuchen kann, so wird man in Stand gesetzt, dergleichen Schwierigkeiten völlig zu heben. Wenn man aber auch nicht vermögend wäre dieses zu thun, so würden doch diese Wissenschaften nichts von ihrer Gewissheit verlieren. Warum sollte denn der heil. Schrift durch ähnliche Einwendungen sogleich

---

* Rettung der göttlichen Offenbarung gegen die Einwürfe der Freigeister. §. 39, 40, 44.

alles Ansehen benommen werden? — Die Geometrie wird für diejenige Wissenschaft gehalten, in welcher nichts angenommen wird, was sich nicht aus den ersten Grundsätzen unserer Erkenntniss auf das deutlichste herleiten lässt. Dennoch haben sich Leute von nicht gemeinem Verstande gefunden, welche in der Geometrie sehr grosse und unauflösliche Schwierigkeiten anzutreffen vermeinten, wodurch sie sich einbildeten, diese Wissenschaft aller Gewissheit beraubt zu haben. Die Einwürfe, so sie dagegen gemacht, sind auch so spitzfindig, dass es keine geringe Mühe und Einsicht erfordert, dieselben gründlich zu widerlegen. Hierdurch pflegt aber bei allen vernünftigen Leuten die Geometrie nichts von ihrem Werthe zu verlieren, wenn dieselben auch gleich nicht im Stande sind, alle diese spitzfindigen Einwendungen aus dem Grunde zu heben. Mit was für Recht können demnach die Freigeister verlangen, dass man die heil. Schrift wegen einiger Schwierigkeiten, welche öfters bei weitem nicht so wichtig sind als jene, so gegen die Geometrie gemacht werden, sogleich gänzlich verwerfen soll? — — Dieses ist also ein sicheres Zeichen, dass das Verfahren dieser Leute keineswegs aus Liebe zur Wahrheit, sondern aus einer ganz anderen und unreinen Quelle seinen Grund habe."

Mit Letzterem hat Euler das Motiv berührt, von dem aus, wenigstens bei der Mehrzahl der Gegner, die Opposition gegen die Autorität der Genesis, wie der ganzen Bibel überhaupt, eigentlich und zunächst ausgeht. Es ist der ethische oder dogmatische Gegensatz, in dem sich die heiligen Schriften mit den subjektiven Ansichten ihrer Gegner finden. Dieser Zwiespalt ist es zuvörderst, der es ihnen wünschenswerth macht, der bindenden Autorität der heiligen Urkunden sich zu entledigen, und diesen Zweck können sie natürlich am sichersten dadurch erreichen, wenn es ihnen gelingt, letztere als Werke voll Irrthümer und Widersprüche darzustellen und sie hiemit ihres göttlichen normgebenden Charakters zu entkleiden. Wenn solche Kritiker mit Unbefangenheit an die Prüfung aller andern Urkunden der ältesten Völkergeschichten gehen können, so sind sie dies nicht mehr im Stande bei den mosaischen, und ihre innere Dissonanz sucht und findet dann in der heil. Schrift Widersprüche und Irrthümer, die doch nicht hier, sondern nur in der eignen individuellen Stimmung und Gesinnung begründet sind.

Ueber die Autorität der mosaischen Genesis.

1. Zur Orientirung in dem Streite gegen die Autorität der mosaischen Genesis und des Pentateuchs überhaupt.

Obwohl die Stellung und Geltung, welche dem Pentateuch im alten wie im neuen Testamente angewiesen ist, durch äussere und innere Gründe in einer Weise unterstützt wird, wie solches bei keiner der alten Urkunden anderer Völker sich findet, so hat dies doch, wie bereits

erwähnt, nicht verhindern können, dass nicht die feindliche Kritik den Pentateuch ebenfalls in ihren Zersetzungsprozess mit einbegriffen, ja auf ihn, als das Fundament der heil. Schrift, ihre ganze Destruktionskunst verwendet hätte. Man hat ihm nichts weniger als die Echtheit, die Einheit, die historische Grundlage und die Uebereinstimmung mit den Thatsachen der Naturwissenschaften abgesprochen, d. h. allen Werth und Bedeutung ihm zu rauben versucht. Obschon ich mir in diesem Streite nur bezüglich der Beiziehung der Naturwissenschaften ein sachkundiges Urtheil abzugeben erlauben darf, so mag es mir doch gestattet sein, zuvor einen Blick auf die Resultate, zu welchen die sogenannte höhere Kritik gelangt ist, zu werfen, weil ich aus Erfahrung weiss, dass bei Vielen die blose Einsicht in den Bestand dieser Ergebnisse ausreichend ist, ihnen deren Unmacht aufzudecken, durch ihre Vorlage also die Autorität der Urkunden, die zum Vergleich mit den Resultaten der Naturwissenschaft bestimmt sind, nur gewinnen kann.

I. Am gewaltthätigsten ist die sogenannte höhere Kritik, die nach dem Gewichte der innern, d. h. mit andern Worten der subjektiven, Gründe verfährt, mit dem Pentateuch wie mit dem ganzen biblischen Kanon umgegangen und hat seit dem Aufblühen des Rationalismus eine strenge Inquisition über alle Schriftsteller der Bibel verhängt. Es giebt allerdings eine respektable höhere Kritik und dies ist diejenige, die aus einer Gesinnung hervorgeht, welche sich mit möglichster Selbstentäusserung und voller Liebe ihrem Gegenstande hingiebt, sich ganz in den Geist ihres Schriftstellers und seiner Zeit hineinlebt und aus diesem heraus ihn zu verstehen und zu erklären versucht. Eine solche erlangt dann auch wohl die Berechtigung über die Echtheit des Einzelnen eine Meinung abzugeben, sie wird es aber immer mit grösster Vorsicht thun, da es aus der Profan-Literatur, sogar der neuesten Zeit, sattsam bekannt ist, in welche Irrthümer selbst die erfahrensten und scharfsinnigsten Kritiker in dieser Beziehung verfallen sind. Wenn aber die Kritik ganz äusserlich oder selbst feindselig vor ihrem Gegenstande stehen bleibt, wenn sie statt aus seiner Eigenthümlichkeit und Zeit ihn zu begreifen, ihn mit dem Maassstabe ihrer eignen subjektiven Anschauung misst, so muss sie ihn ganz missverstehen und verkennen. Diese Missgriffe müssen am schreiendsten werden, wenn eine solche Kritik an den Schriften der Offenbarung ausgeübt wird, da ohne aufrichtige Hingabe das Gottgegebene sich dem Verständnisse ganz absperrt, ja zur widrigen Fratze und Karrikatur sich gestaltet.

Die Resultate, welche vom rationalistischen Standpunkte aus die sogenannte höhere Kritik, wie sie sich vornehmer Weise nennt, erreicht hat, liegen jetzt klar und deutlich aller Welt vor Augen: die völlige Negation des wesentlichsten Inhaltes der heil. Schrift. Ein Stück nach dem andern wurde aus dem Kanon ausgemerzt, bis nichts mehr übrig war; wer als Kritiker sich die Sporen verdienen wollte, musste sich daran machen, die Autorität dieses oder jenes Buches der Bibel

zu entkräften, oder doch wenigstens zu verdächtigen; die Theologen insbesondere — zu ihrer Schmach und schweren Verantwortung sei es gesagt — überboten sich in diesen Kunststücken. Andere, die noch grössere Ehre einlegen wollten, übernahmen es, wieder andere Verfasser für die bereits von der Kritik festgesetzen ausfindig zu machen, und so kam es, dass mitunter selbst eine oder die andere der altbeglaubigten Autoritäten von Neuem unvermuthet restituirt wurde. Es gab sich unter den Kritikern frühzeitig die grösste Uneinigkeit kund, sobald es auf positive Feststellungen ankam, und es fehlte unter ihnen nicht viel von einem Kriege Aller gegen Alle.

Ein derartiger Zustand der Dinge konnte natürlich nicht geeignet sein, die Resultate der höhern Kritik bei Solchen, deren Augen noch unverblendet vom Irrlichte des Zeitgeistes waren, in Kredit zu bringen. Die schrankenlose Willkür, mit der diese kritischen Scheidekünstler die ganze Substanz der Bibel zersetzten, musste Entsetzen und Abscheu erregen; die lächerlichen Missgriffe, welche der Eine dem Andern nachwies, mussten den Respekt vor der falschberühmten Kunst völlig benehmen. Man überzeugte sich, dass die offenbarungsfeindlichen Kritiker mit den Verfassern der heiligen Schriften nicht anders verfuhren als die Inquisitoren mit ihren Delinquenten, denen mit Daumenschrauben und andern Folterwerkzeugen so lange zu Leibe gegangen wurde, bis sie das postulirte Geständniss abgelegt hatten.

Es entstand eine energische Reaktion, die insbesondere auch der Autorität der mosaischen Urkunden zu Gute kam. Wenn die offenbarungsfeindlichen Kritiker in selbigen nichts weiter als ein Flickwerk aus verschiedenen Urkunden und Fragmenten verschiedener Zeiten, eine monströse Vermengung von Geschichte, Sagen und Mythen sehen wollten*, so konnte es doch dem Unbefangenen, auch wenn er nicht

---

* Wer den kritischen Vernichtungsprozess des Pentateuchs in seiner Vollendung kennen lernen will, der ist auf Ewald's „Geschichte des Volkes Israel bis Christus" zu verweisen. Es ist dies ein merkwürdiges Buch. Mit einer Unbefangenheit, als ob sich hierüber gar kein Zweifel jemals erhoben hätte, mit einer Sicherheit, als ob ihm eine besondere Inspiration, die alle weitere Beweisführung überflüssig macht, zu Theil geworden wäre, deutet hier Ewald die mosaische Genesis in einer Weise um, dass sie zu nichts weiter als zu einem abgeschmackten Fabel- und Mährchenbuche wird. — Wenn diese Art der Geschichts-Behandlung wohl hie und da Beifall gefunden hat, so hat sie andrerseits auch entschiednen Widerspruch erfahren. Was Krabbe über Ewald's Buch „die Propheten des alten Bundes" in der Halle'schen allgem. Literaturzeitung [1844. S. 1258] ausgesprochen hat, gilt noch mehr von dessen Geschichte des Volkes Israel. „Er [Ewald] liebt es", sagt dort Krabbe, „Ansichten aufzustellen, welche nicht auf historischen Nachrichten ruhen und oft nicht einmal durch eine sichere historische Kombination begründet werden können; diese Ansichten stellt er in der Regel hin, ohne sich auf eine gründliche Beweisführung einzulassen und dadurch seiner Kritik eine gesicherte Basis zu geben; es fehlt daher der letzteren in eben dem Maasse an Zuverlässigkeit, als sie reich ist an unerweisbaren Hypothesen, welche nur zur Verwirrung in der hebräischen Geschichte führen können." — Wenn dem so ist, und es ist ihm so, so werde ich mich nicht weiter zu rechtfertigen haben, wenn ich bezüglich der mosaischen Urkunden denn doch der kirchlichen Autorität mehr Vertrauen schenke als der Ewald'schen, und daher bei meinen nachfolgenden Erörterungen mich nicht auf letztere, sondern auf erstere stütze.

vom Fache war, vor aller weiteren Prüfung schon zur Beruhigung gereichen, dass die Gegner des Pentateuchs selbst so wenig in Harmonie untereinander standen und mit vernichtenden Urtheilen über die Leistungen ihrer gleichgesinnten Vorgänger nicht sonderlich zurückhaltend waren. Indess geschah es noch weit mehr. Es haben nämlich Hengstenberg, Ranke, Haevernick, Drechsler, Kurtz, Delitzsch u. A., im Gegensatze zu den destruktiven Tendenzen, die Angriffe der offenbarungsfeindlichen Kritiker mit aller Stärke der Wissenschaft so nachdrücklich abgeschlagen, die Einheit, Echtheit und historische Gewähr der Genesis und des ganzen Pentateuchs mit so überzeugenden Argumenten dargethan, dass man jetzt mit um so grösserer Zuversicht an seiner altehrwürdigen Autorität festhalten kann, und es bei solcher Sachlage mit Händen zu greifen ist, dass ein ganz anderes als das objektiv wissenschaftliche Moment es sein müsse, welches den Gegnern die Einsicht oder doch die Zustimmung zu diesen Beweisführungen unmöglich macht. Es ist klar, dass hier Grundanschauungen berührt werden, die einander diametral entgegen stehen und daher eine Verständigung nicht zulassen. Zum Glück gehen die gegen die Autorität des Pentateuchs erhobenen Einwendungen meist von solchen Voraussetzungen aus, dass ihre Willkürlichkeit und daher auch die Unmöglichkeit, selbige auf wissenschaftlichem Wege zur Evidenz zu bringen, leicht dargelegt werden kann.

II. Mit der höheren Kritik und allem philosophischen Raisonnement war demnach der Autorität des Pentateuchs, wie der ganzen Bibel überhaupt, nicht beizukommen, und dadurch sehen sich, insbesondere der immer zahlreicher und kräftiger auftretenden Schaar der Offenbarungsgläubigen gegenüber, die offenbarungsfeindlichen Theologen in die peinlichste Verlegenheit versetzt. Sie können es sich selbst nicht läugnen, und ihre Gegner geben es ihnen unumwunden auf den Kopf Schuld, dass sie an ihrem Amte und Berufe zum Verräther geworden, dass sie ihren Herrn und Meister den Feinden selbst in die Hände geliefert haben. Für ihre eigne Verschuldung möchten sie nun gern Andern die Verantwortung aufbürden; die Naturwissenschaft insbesondere soll ihnen als Deckmantel dienen. *

Die Verfechter des modernen Unglaubens nämlich suchen jetzt, wo sie durch den wieder erwachten Glauben in ihrer bisherigen Herrschaft immer mehr bedroht werden, ihren Abfall vom Worte Gottes gewöhnlich damit zu beschönigen, dass wie die Philosophie und Kritik einerseits, so auch die Naturwissenschaften andererseits zu Resultaten gelangt seien, die mit den Angaben der Bibel im entschiedensten Widerspruch stehen, aus denen also evident hervorgehe, dass die Bibel nicht das Wort Gottes, der absoluten Wahrheit, sondern das Werk von Menschen, und zwar zum Theil sehr unwissender, daher voll Irr-

---

* Vergl. meine: „Beleuchtung des Missbrauches, welchen Strauss mit der Naturwissenschaft in Beziehung auf die heilige Schrift getrieben hat", in der evangelischen Kirchenzeitung 1841. No. 77—80, woraus ich hier Einiges entlehne.

thums und unrichtiger Ansichten sei. Nun könne man aber einem in die moderne Bildung Eingeweihten nicht zumuthen, die Resultate der Wissenschaft zu ignoriren, oder zu verschweigen; ein Theolog sei überdies als solcher schon im Gewissen gebunden, sie in seinen Bereich aufzunehmen: daraus erfolge aber in konsequentem Vorwärtsgehen nothwendiger Weise der Umsturz des alten Kirchenglaubens. Es möge dies zwar immerhin, wie jede Revolution, als ein betrübendes Ereigniss zu beklagen sein, die Wissenschaft, darunter vornehmlich auch die Naturwissenschaft, habe es aber nun einmal herbeigeführt, und so müsse man sich denn in Geduld darein ergeben.

Schon der Prediger Ballenstedt, traurigen Andenkens, hat solch ein Liedlein angestimmt. Er selbst unternahm es, den Naturforscher zu spielen, um den Herren Amtsbrüdern nachzuweisen, dass vor den naturwissenschaftlichen Ergebnissen die Bibel die Flagge zu streichen habe. Wie gern dies Liedlein gehört wurde, zeigt der Umstand, dass Ballenstedt's „Urwelt", dies jämmerliche Machwerk eines eben so unwissenden als denkschwachen Kopfes, nicht weniger als drei Auflagen erlebte; ein Absatz, den freilich nicht das Bedürfniss der Naturforscher herbeigeführt hatte. Man könnte staunen darüber, wie renommirte Theologen* sich auf ein so überaus schwaches Stümperwerk, das seinen literarischen Apparat aus Bertuch's Bilderbuch für Kinder, dem Museum des Wundervollen, der Zeitung für die Jugend u. dergl. zusammentrug, und dessen Erbärmlichkeit sie nothwendig durchschauen mussten, man könnte staunen, wie sie sich auf ein solches Buch berufen mochten, wenn man nicht wüsste, dass es ihnen willkommen war, vor dem Publikum die eigene Verschuldung, wenigstens zum grossen Theile, auf Rechnung der Naturwissenschaften bringen, diese in die Mitschuld hineinziehen zu können. Der Unfug mit Ballenstedt hätte wohl noch länger fortgedauert, wenn nicht endlich die Naturforscher von ihm Notiz genommen und dem frechen Gesellen die papiernen Waffen entwunden und ihn, wie er es verdiente, in seiner ganzen Nudität an den literarischen Pranger gestellt hätten**, so dass von nun an die Theologen einer so gebrandmarkten Autorität sich schämen mussten, öffentlich wenigstens sich nicht mehr auf ihn berufen konnten.

Der üble Ausgang mit Ballenstedt schreckte indess die Theologen von ähnlichen Versuchen für die Zukunft nicht ab.

In seinem berüchtigten „Sendschreiben" suchte der General-Superintendent Bretschneider den Grund des Abfalls fast ganz der Naturwissenschaft aufzubürden.

„Die Naturforscher und Reisebeschreiber", sagt er unter vielem anderen Gewäsche auf S. 68, „berichteten ganz unbedenklich die Re-

---

* Z. B. Wegscheider in seinen *Institutiones* §. 98.

** Namentlich in der vortrefflichen Rezension in der evangelischen Kirchenzeitung. 1827. No. 13 u. 14.

sultate ihrer ausgezeichneten Forschungen über das Menschengeschlecht und die Völker in allen Theilen und Winkeln der Erde, sie schilderten die Verschiedenheit der Rassen an Gestalt, Farbe und geistigen Kräften, durch die Vermischung der Rassen entstehende Spielarten, und wiesen die grossen und bleibenden Unterschiede unter ihnen nach, indem sie zeigten, dass diese Differenzen nicht auf Rechnung des Klimas und der Nahrung, sondern auf Verschiedenheit der Grundabstammung sich gründen müssen. Blumenbach sammelte die Schädel in allen Welttheilen und brachte die Ansicht hiervon in ein System. In welche Verlegenheit gerieth nun der Theologe? Wenn es nun nicht mehr einen Adam für alle Menschen, sondern einen Adam für die Kaukasier, einen anderen für die Neger, einen dritten für die Amerikaner, einen vierten für die Malayen, einen fünften für die Mongolen u. s. w. gegeben hat; wo blieb nun die Dogmatik mit dem einen Adam der Bibel, mit der Lehre vom Sündenfalle und von der durch Adam auf alle Menschen gebrachten Schuld, wo nun mit der ganzen Lehre von der Erbsünde als Folge des Falles und einer von Adam aus durch Zeugung an alle Menschen gekommenen Schwäche? Und ging diese verloren, wie stand nun die Nothwendigkeit der stellvertretenden Genugthuung Christi, des zweiten Adams, um die Schuld des ersten Adams aufzuheben, zu erweisen? Wo blieb nun der Grund der Verdammniss der Heiden, die nicht von Adam abstammen?"

Man sollte meinen, wenn ein Theolog nur einige Gewissenhaftigkeit, nur einige Liebe und Achtung für seinen heiligen Beruf hätte, und man brächte ihm die Kunde, dass von aussen her, von der Naturwissenschaft aus, Resultate publizirt worden seien, durch welche, wie im vorliegenden Falle, die Bibel als ein Lügenwerk hingestellt, das Christenthum in allen seinen Grundlagen zertrümmert würde, er würde von Schmerz zerrissen sein Haupt nicht eher ruhig niederlegen, bevor er nicht von den Koryphäen in der Naturwissenschaft selbst in Erfahrung gebracht hätte, dass jene Resultate in unerschütterlicher Gewissheit unangreifbar begründet worden seien. So aber hat es der gothaische General-Superintendent nicht gemacht. Die Naturforscher kann er gar nicht befragt haben. Sie würden ihm sonst gesagt haben, dass zwar der Oberst Bory st. Vincent die Vielheiten der Arten im Menschengeschlechte behauptet habe, dass ihm aber auch mit schlagenden Argumenten nachgewiesen worden sei, dass seine Arbeit nur als ein Schandfleck in der Literatur angesehen und mit Verachtung abgewiesen werde. Sie würden auf Anfrage Herrn Bretschneider weiter bedeutet haben, dass gerade die Einheit der Menschenart mit einer solchen Evidenz dargethan werden könne, dass kein Naturforscher von gesunden Sinnen auch nur im mindesten daran gezweifelt habe. Haller, Linné, Blumenbach, Cuvier, Steffens, Schubert, Prichard, Swainson, Wiegmann, R. Wagner, Joh. Mueller, Owen u. s. w., sie alle wissen nur von einer Menschenart, die sich in mehrere Rassen gespalten hat. So behaupten also die geachtetsten Naturforscher gerade das Gegentheil von dem, was Bretschneider ihnen

ansinnt.* Wie kann es nun der Mann in seinem Gewissen und vor Gott verantworten, wenn durch seine unbegründete Berufung auf die Naturwissenschaft auch nur eine einzige Seele in ihrem Glauben beängstigt oder gar irre gemacht worden ist?

Doch wir wollen nicht weiter bei Herrn Bretschneider verweilen, da ihm bereits durch einen Naturforscher eine Abfertigung zu Theil geworden ist, wie sie *lege artis* nur immerhin verlangt werden kann.**

Der vulgäre Rationalismus ist es jedoch nicht allein, der zu seiner Himmelsstürmerei an der Naturwissenschaft einen Alliirten sich ausersehen hat; auch der hochfahrende Hegelianismus hat sich dieser Politik mit schlauer List bedient. Strauss in seinem Werke: „Die christliche Glaubenslehre in ihrer geschichtlichen Entwickelung und im Kampfe mit der modernen Wissenschaft dargestellt," kämpft nicht blos mit den Waffen, die ihm die Philosophie des reinen Begriffs gereicht, gegen die Kirche an: auch die Naturwissenschaft muss ihm zum Streite ihr Kontingent zuführen, damit, was die Philosophie vom Bollwerk des alten Kirchenbaues etwa noch übrig gelassen, durch die Naturwissenschaft vollends umgestürzt und Alles in einen grossen Trümmerhaufen verwandelt würde.

Die Naturwissenschaften hatten früher keine Veranlassung von der Hegel'schen Philosophie Notiz zu nehmen; ja die Naturforscher mussten von einer Philosophie, die sich unfähig zeigte, einen bestimmenden Einfluss auf ihre Wissenschaft auszuüben, eine sehr geringe Meinung hegen. Es ist ganz richtig, was vor mehreren Jahren ein Korrespondent in der Augsburger Allg. Zeitung sagte: „die Erfahrungswissenschaften verachten eine Philosophie, welche Alles aus dem nackten Begriff ableitet, während sie selbst nichts Brauchbares leistet." Es sind nun an vierzig Jahre verflossen, dass Hegel aufgetreten ist; seine Schule hat in Preussen von der Regierung eine Aufmunterung und Unterstützung erhalten, wie sie noch keiner philosophischen Schule zu Theil geworden ist, und doch hat sie in dieser langen Zeit und bei der grossen Zahl ihrer Anhänger nicht die mindeste Geltung in den Naturwissenschaften erlangen können, ja diese haben sich frisch und rasch fortentwickelt, ohne die mindeste Notiz von Hegel und seiner dialektischen Methode zu nehmen. Wie ganz anders hat dagegen die Schelling'sche Philosophie, gleich von ihrem Beginne an, in die Naturwissenschaften eingegriffen, so dass jeder Naturforscher, er mochte

---

* Selbst Schleiermacher, dieser hochgefeierte Theolog, zeigte dem Geschwätze der Aufklärer gegenüber so wenig Zuversicht zur Autorität der heil. Schrift, dass er besorglich fragte, wie lange noch der Schöpfungsbericht, wie er gewöhnlich konstruirt wird [die Lehre der Bibel von der Schöpfung] sich werde halten können „gegen die Gewalt einer aus wissenschaftlichen Kombinationen, denen sich Niemand entziehen kann, gebildeten Weltanschauung." — Darüber hätte den kleingläubigen Theologen schon ein Berliner Witzspruch beruhigen können: bange machen gilt nicht.

** In dem Aufsatze: „Theologie und Naturwissenschaft mit besonderem Bezug auf Herrn Dr. Bretschneider's Sendschreiben an einen Staatsmann", in der evangel. Kirchenzeitung. Jahrg. 1830. No. 50—52.

wollen oder nicht, von ihr Kenntniss nehmen, mit ihr oder gegen sie kämpfen musste. Was sollte aber auch der Naturforscher mit einer Philosophie wie die Hegel'sche anfangen, die alle Wahrheit aus sich selbst herausspinnen, die, anstatt zu lernen, nur lehren, die die mühsame Erforschung des thatsächlichen Bestandes mit ihren formalen Konstruktionen ersetzen wollte?

Auch bei Strauss merkt man es allenthalben durch, wie ferne ihm die Naturwissenschaften stehen, die er gleichwohl in seinem Interesse verwenden möchte. Man darf deshalb auch nicht erwarten, dass er aus ihrem Bereiche irgend ein neues Argument zu Gunsten des Unglaubens aufgeboten hätte. Es sind nur die alten Scheingründe, wie sie Ballenstedt, Bretschneider und andere Rationalisten aus der Schöpfungsgeschichte vorgebracht haben, nur dass sie von Strauss in anständigerem Gewande, mit Hegel'schen Redensarten verbrämt, vorgeführt werden. Alle diese Argumente sind aber vor ihm von Naturforschern bereits so vollständig entkräftet worden, dass ihre Wiederaufnahme durch Strauss, und zwar in der zuversichtlichsten Weise, doch einiges Befremden gegen die Absicht erregen muss, und man schon gleich dadurch ihm abfühlt, dass er nicht so voraussetzungslos ist, wie er sich ausgiebt. Es dürfte auch einige Verwunderung erwecken, hier auf einmal den hochfahrenden Philosophen ganz vertraulich mit den Schildknappen des vulgären Rationalismus, Ballenstedt und Bretschneider, Hand in Hand gehen zu sehen, wenn man nicht wüsste, dass am Ende der Zielpunkt bei dem Einen wie bei den Andern der nämliche ist.

Ueber die Art und Weise, wie Strauss die Naturwissenschaften gegen die mosaische Genesis operiren lässt, halte ich mich für verbunden, hier doch einige Aufschlüsse zu geben, da die von ihm vorgeführten Argumente immer von Neuem wiederkehren und daher eine Zurechtweisung erheischen.

Strauss, indem er in seiner bekannten ungläubigen Glaubenslehre von den Bedenklichkeiten spricht, die bereits frühere Gegner gegen die Richtigkeit des mosaischen Schöpfungsberichtes erhoben hätten, setzt dann Folgendes hinzu: „Doch alle diese Schwierigkeiten, die sich schon in der älteren Zeit geregt hatten, wurden durch die neueren Erweiterungen und Umwandlungen der Astronomie, Geologie und Kritik erst recht gefährlich. Die neuere Astronomie vorerst fand es verkehrt, dass die Erde, der Planet, vor seinem Centralkörper, der Sonne, nicht nur geschaffen sei, sondern dass auch, ausser der Abwechselung von Tag und Nacht, schon Scheidung der Elemente und Vegetation auf derselben ohne die Sonne sollte stattgefunden haben; dass zur Erschaffung und Ausbildung der Erde ganze fünf Tage, zur Hervorbringung der Sonne sammt allen Fixsternen, Planeten und Monden hingegen nur ein einziger Tag sollte verwendet worden sein; dass überhaupt die sämmtlichen Himmelskörper, welche die neueren Entdeckungen als zum Theil die Erde an Umfang weit übertreffende Sphären ausgewiesen hatten, hier im Sinne der alten Welt und des jetzigen

gemeinen Mannes nur als Accidentien, als dienende Lichter und Zeitmesser der Erde, aufgeführt waren.“

Ich beschränke mich hier darauf, über das Gesagte nur einige allgemeine Bemerkungen beizubringen, die spezielle Erörterung den folgenden Kapiteln vorbehaltend. Es wird wohl jedem nur einigermassen Gebildeten bekannt sein, dass Copernicus, Kepler und Newton die Väter der neueren Astronomie sind; in ihren Schriften aber sind zahlreiche Zeugnisse niedergelegt, welch tiefe Ehrfurcht diese Koryphäen der Astronomie vor der heil. Schrift hatten. Diese grossen Geister, diese tiefsinnigen Denker, fanden es nicht für verkehrt, wie der ungläubige Philosoph, „im Sinne der alten Welt und des jetzigen gemeinen Mannes“ die biblische Erzählung von der Schöpfungsgeschichte für wahr zu halten; von einem Widerspruche zwischen Bibel und Wissenschaft wussten sie nichts, so wenig als andere grosse Astronomen der neuesten Zeit davon wissen. Wie kommt nun aber Strauss zu seiner Behauptung von der Gefährlichkeit der Astronomie für die Bibel? Wohl mag er hier und da einen Astronomen (hauptsächlich sind es wohl sogenannte Theologen) auffinden, der solche Bedenklichkeiten geltend gemacht hat; haben aber die Heroen der Astronomie sie getheilt, sind sie also ein nothwendiges Ergebniss der wissenschaftlichen Forschung, oder nicht vielmehr die accidentelle, aus einem ganz andern als dem astronomischen Gebiete herrührende Meinung einzelner Individuen? Ist es ehrlich von Strauss, seinen Lesern, die zum grossen Theil keine sonderlichen Kenntnisse der Astronomie haben werden, glaublich machen zu wollen, dass es nicht einzelne Individuen sind, welche die Richtigkeit der mosaischen Schöpfungsgeschichte bezweifeln, sondern dass die ganze neuere Astronomie dieselbe als eine Verkehrtheit erwiesen habe? Man bemerke sich hier schon, dass Strauss in diesem wie in andern Fällen als schlauer Politikus sich des Kunstgriffes bedient, die Zweifel und Widersprüche, welche einzelne Naturforscher erhoben haben, gleich zu generalisiren und sie nachher als allgemeines Ergebniss der Wissenschaft hinzustellen. Klug und fein ist allerdings ein solches Verfahren, um die Gimpel zu fangen; wer aber die Finesse durchschaut, wird sich doch darüber verwundern, dass ein Philosoph, der sich's herausgenommen hat, eine ganze Weltanschauung in Trümmern zu schlagen, zu solchen kleinen Listen seine Zuflucht nehmen kann.

Noch nach einer andern Seite hin soll, wie Strauss versichert, die neuere Astronomie der Bibel gefährlich geworden sein: sie soll nämlich den Engelglauben als verkehrt dargethan haben. Es mag dieser Einwurf gleich hier an Ort und Stelle abgemacht werden; er ist das Gegenstück zu dem von Bretschneider, der das Nämliche in Bezug auf den Teufelsglauben behauptet hatte. „Was die Engel betrifft“, sagt Strauss, „so ist uns durch das Copernikanische Weltsystem der Ort entzogen, in welchem das jüdische und christliche Alterthum sich den von Engeln umgebenen Thron Gottes dachte. Seit der Sternenhimmel keine über oder um die Erde her gelagerte Schicht

mehr ist, welche die Grenze zwischen der sinnlichen und der übersinnlichen Welt bildete; seit vermöge der unendlichen Ausdehnung der ersteren die letztere nicht mehr jenseits, sondern in der ersteren gesucht werden muss, mithin auch Gott nicht auf andere Weise über den Sternen als in und auf ihnen sein kann: müssen auch die Engel für die Vorstellung immer wieder in diese Sternenwelt hereinfallen, und so kommen den neueren Theologen, wenn sie von Engeln reden wollen, gewöhnlich die voraussetzlichen Bewohner anderer Weltkörper in den Weg.“ Diese letzten sind aber, wie uns Strauss weiter belehrt, etwas von Grund aus Anderes als die Engel. Seine Argumentation ist folgende. „Da wir nur durch einen von der Bewohnerschaft unserer Erde ausgehenden Analogieschluss zur Annahme ihres Daseins gelangen, so müssen wir sie auch, bei allen durch die Verschiedenheit der Weltkörper herbeigeführten Unterschieden, doch insoweit den Menschen ähnlich denken, dass sie, durch Organismen aus dem Stoff ihrer Wohnplätze an diese gebunden, auf denselben ihre eigenen Zwecke verfolgen, und so nur mittelbar, wie wir Menschen auch, die Absichten Gottes verwirklichen. — — Diese von ihren Wohnsitzen wegfliegen zu lassen, um sie als Engel verwenden zu können“, sei unstatthaft.

Diese Argumentation ruht auf zwei Voraussetzungen: sie setzt nämlich einmal die Unendlichkeit und Unbegrenztheit des Sternenhimmels und zweitens für seine etwaigen Bewohner analoge Verhältnisse, wie sie für den Menschen bestehen, voraus. Ohne in eitle Träumereien über den Wohnort der Engel mich einlassen zu wollen, muss ich doch bemerken, dass ihnen wenigstens durch die Argumentation von Strauss derselbe nicht einmal innerhalb des Gebiets des sichtbaren Sternenhimmels entzogen ist. Was nämlich seine Behauptung anbelangt, dass, weil der Mensch durch seinen aus irdischen Stoffen gebildeten Organismus an die Erde gebunden ist, die Sternenbewohner ebenfalls Organismen aus dem Stoffe ihrer Wohnplätze gebildet haben müssten und deshalb an letztere gebunden seien, so hat Strauss die Berechtigung zu einer solchen Schlussfolgerung noch beizubringen. Bis dahin ist man befugt, auch das Gegentheil anzunehmen; die Naturwissenschaft wenigstens kann über einen Gegenstand, der ganz ihrer Beobachtungssphäre entzogen ist, gar keinen Aufschluss geben, sondern muss sich bescheiden, die Unzulänglichkeit ihrer Einsicht zu gestehen. Der verklärte Leib Christi aber und die Verheissung, dass wir seinem verklärten Leibe ähnlich werden sollen, zeigt übrigens an, dass auch der irdische Organismus von den hemmenden Banden, mit denen er an die Erde geheftet ist, befreit werden kann.

Was die Ansicht von der Unendlichkeit des Sternenhimmels anbetrifft, so möchte es einem Philosophen der modernen Bildung zur grösseren Ehre gereicht haben, mit jenem grossen Philosophen des Alterthums, mit Aristoteles, — der freilich von der Natur eine bessere Kenntniss hatte, als sie bei den Hegelianern zu finden ist — das Absurde anzuerkennen, was in der Vorstellung von einer unend-

lichen und unbegrenzten Körperlichkeit und Sinnenwelt liegt. Dass der Sternenhimmel kein grenzenlos Unendliches, sondern ein geschlossenes Ganzes ausmache, ist eine Ansicht, die tiefer forschenden Astronomen immer mehr zur Gewissheit wird. Jedenfalls ist die entgegengesetzte Annahme von einer unendlichen Ausdehnung der Sternenwelt eine durchaus unerweisbare, und mit einer solchen luftigen Voraussetzung sich zu brüsten, „die eine Quelle des Engelglaubens verstopft" zu haben, dazu wird eine grosse Gedankenlosigkeit bei dem Leser vorausgesetzt. Lieber sage man es, wie S. 673, gleich unumwunden heraus, dass „mit der modernen Weltanschauung die Vorstellung Gottes als eines Königs, der durch unmittelbare Befehle seine Diener in Bewegung setzt", sich nicht vertrage, dann weiss man doch, wie man daran ist, und wie viel man von der behaupteten Voraussetzungslosigkeit der Strauss'schen Weltweisheit zu halten hat. *

Nächst der Astronomie soll, wie Strauss weiter behauptet, die neuere Geologie in gefährlichen Konflikt mit der Bibel gerathen sein. ** Wollen wir, bevor wir im Nachfolgenden ins Spezielle eingehen, zuerst hören, wie hierüber sich ein angesehener Geognost, Marcel de Serres äussert. „Von jeder vorgefassten Meinung frei", sagt derselbe, „wurde es uns leicht zu erkennen, mit welcher Unaufrichtigkeit, ja mit welcher Unwissenheit gewisse Philosophen des vergangenen Jahrhunderts über ein Buch urtheilten, das sie niemals gehörig verstanden und das sie auch nicht verstehen konnten, indem die Wissenschaft noch nicht genug vorgeschritten war. Hier wie allenthalben bestätigt es sich, dass wenig Einsicht nur zum Irrthume führt, die Wahrheit aber viele Einsicht erheischt. Daher haben wir uns bestrebt, alle Aufschlüsse, welche die Naturwissenschaften seit Kurzem über die Naturerscheinungen geliefert haben, zu benutzen, und im Glanze dieser Leuchte haben wir den Bericht, den Moses von der Schöpfung liefert, mit den neuen Ansichten verglichen, welche uns über diesen Gegenstand aus der Kenntniss der Struktur unseres Erdkörpers hervorgegangen sind. Das Resultat dieser Prüfung hat uns, wie wir es gestehen müssen, in nicht geringes Erstaunen versetzt, denn es hat uns gezeigt, dass dieser des Lächerlichen und Unzusammenhängenden angeschuldigte Bericht doch in besserer Uebereinstimmung mit den bewährtesten geognostischen Thatsachen war, als die von den glänzendsten Genies ausgedachten Systeme."

Seltsam, der Theolog Strauss behauptet, dass die allerneueste Geologie der Bibel zum grossen Nachtheil gereicht habe, während im direkten Gegensatze der Geolog von Profession, Marcel de Serres, versichert, dass die Geologie die Richtigkeit des mosaischen Schöpfungs-

---

* Dass überhaupt der Begriff der Unendlichkeit des realen Raumes völlig unvereinbar ist mit dem Begriff eines transscendenten Schöpfers, hat Kurtz [S. 365] überzeugend dargethan.

** Auch der Dorfgeschichten-Schreiber hat es sich weiss machen lassen: „dass die Astronomie der Altgläubigkeit das Dach über den Köpfen und die Geologie den Boden unter den Füssen hinwegziehe."

berichtes aufs glänzendste gerechtfertigt habe.* Wer mag nun Recht haben, der Sachkundige oder der Sachunkundige? Wenn ich nun ferner bemerklich mache, dass ein anderer berühmter Geolog, BUCKLAND, die Konkordanz der Geologie mit der Genesis ebenfalls behauptet; wenn ich weiter zufüge, dass alle bedeutenden englischen Geologen auf diesen Punkt bestehen, dass unter den deutschen K. v. RAUMER, STEFFENS, SCHUBERT, FUCHS u. A. der nämlichen Meinung sind: wie kann denn da von einer Disharmonie zwischen MOSES und der Geologie die Rede sein? Allerdings haben Geologen, noch weit mehr aber Theologen oder blosse Dilettanten, mit geologischen Hypothesen die Autorität der Genesis bestreiten wollen; wenn aber, wie eben angeführt, Geologen des ersten Ranges ihnen in diesem Stücke Widerpart halten, ist dann die Opposition gegen die mosaische Urkunde das nothwendige Ergebniss der Wissenschaft, oder nicht abermals der subjektiven Ansicht einzelner Individuen? Welcher Unparteiische könnte bei solcher Sachlage behaupten, dass die Bibel von der zwieträchtigen Geologie irgend eine Gefahr zu besorgen habe? Man ertappt hier also den absichtslosen Philosophen und Kritikus auf der nämlichen Finesse wie vorhin bei der Astronomie.**

---

* Hieran mag sich ein ähnlicher Ausspruch von CHOULANT (die Vorwelt der organ. Wesen S. 29) reihen: „die mosaische Schöpfungsgeschichte, die älteste geschriebene Urkunde des Menschengeschlechtes, das älteste Buch, das wir besitzen, verdient schon in dieser Hinsicht unsere volleste Beachtung, und noch mehr werden wir von dieser einfachen Erzählung angezogen, wenn wir sie von Allem, was die neuere Naturforschung gelehrt hat, auffallend bestätigt finden."

** Wenn die Gegner der Offenbarung den Streit, der sich über die naturwissenschaftliche Deutung des mosaischen Schöpfungsberichtes entsponnen, so aufgefasst wissen wollen, als sei es ein Streit zwischen den Theologen einerseits und den Naturforschern andererseits, so ist diese Verdrehung des Thatbestandes vollkommen begreiflich; wenn aber ihnen ein Naturforscher wie PFAFF, der in seiner Schöpfungsgeschichte den biblischen Bericht rechtfertigen will, beistimmt, so ist dies befremdlich und verdient eine Zurechtweisung. Wie oben schon angeführt, stehen offenbarungsgläubige Naturforscher wie M. DE SERRES, BUCKLAND, K. v. RAUMER, SCHUBERT u. A. zugleich mit offenbarungsgläubigen Theologen wie HENGSTENBERG, KURTZ, DELITZSCH, WISEMAN u. A. für die Harmonie zwischen Naturwissenschaft und Bibel ein; dagegen stimmen offenbarungsfeindliche Naturforscher wie BORY, VOGT, BURMEISTER u. A. mit offenbarungsfeindlichen Theologen wie BALLENSTEDT, BRETSCHNEIDER, STRAUSS u. A. darin überein, dass zwischen der Naturwissenschaft und dem biblischen Schöpfungsberichte ein unlöslicher Widerspruch bestehe. Aus der Angabe dieser Namen ist es ja klar ersichtlich, dass der Gegensatz der Ansichten nicht durch die Naturforscher einerseits und die Theologen andererseits ausgesprochen ist, sondern dass er dadurch hervorgerufen ist, dass auf der einen Seite Offenbarungsgläubige [Naturforscher zugleich mit Theologen] und auf der andern Seite Offenbarungsfeindliche [ebenfalls Naturforscher zugleich mit Theologen] sich einander gegenüber gestellt haben. Der Kampfplatz liegt also nicht sowohl auf dem naturwissenschaftlichen, als vielmehr auf dem dogmatischen Gebiete. — Wenn PFAFF ferner die Endentscheidung aller Differenzen zwischen Theologen und Naturforschern der Naturwissenschaft vorbehalten will, so thun erstere sehr klüglich daran, wenn sie diese Instanz so lange nicht anerkennen, als die Naturforscher noch selbst im grössten Hader gerade über diese Streitpunkte miteinander liegen. — Wenn endlich PFAFF an Beispielen zeigen will, wie im Laufe der Zeiten die Theologen den Naturforschern sich fügen mussten, so ist wieder der Gegensatz nicht völlig richtig hingestellt. Als nämlich COPERNICUS mit seinem Systeme auftrat, wider-

So viel im Allgemeinen über die auf die Autorität der mosaischen Genesis gemachten Angriffe; in den folgenden Kapiteln müssen wir ohnedies mehr ins Einzelne gehen. Ein näheres Eingehen wird mit aller Entschiedenheit zeigen, dass die von den Gegnern der Offenbarung immer wiederholte Behauptung, als ob die letztere im vollsten Widerspruche mit der Naturwissenschaft stünde, durch und durch unwahr ist. Der Widerspruch ist allerdings vorhanden, aber nur dadurch entstanden, dass ein Theil der Naturforscher mit ihrem Anhange ihre eigenen subjektiven Meinungen und Einfälle für evidente Resultate der Naturwissenschaft ausgaben und mit selbigen, eben weil sie falsch und grundlos, in Konflikt mit der biblischen Autorität gerathen mussten. Solcher heillosen Konfusion muss im Namen der Naturwissenschaft gesteuert werden und es wird sich alsdann mit voller Sicherheit das Ergebniss herausstellen, dass die angebliche Disharmonie zwischen jener und der Offenbarung nur auf falschen Auffassungen des Thatbestandes oder selbst auf böswilliger Verdrehung desselben beruht. Im Gegentheil dürfen wir freudig rühmen, je tiefer in neuerer Zeit die Sachkundigen in die Geheimnisse des Naturgebietes eingedrungen sind, um desto mehr stellt sich die Harmonie beiderlei Reiche des Wissens heraus, und nicht wenige Bedenken, welche sich selbst bei redlich strebenden Naturforschern insbesondere in Bezug auf den biblischen Schöpfungsbericht geltend gemacht hatten, haben sich ihnen jetzt als Vorurtheile und Irrthümer erwiesen. Die Offenbarung hält demnach die Gegenprobe durch die Wissenschaft aus. Wie könnte es aber auch anders kommen! Die Offenbarung giebt Wahrheit und die Wissenschaft forscht ebenfalls nach derselben; insoweit deshalb beide Gebiete auf gemeinsamem Grund und Boden sich berühren, können sie, da die Wahrheit nur die eine und dieselbe ist, auch in keinen Widerspruch miteinander gerathen.

Der alte Ausspruch des grossen Kirchenvaters Augustinus hat demnach noch jetzt seine volle Begründung. „Daran müssen wir un-

---

sprachen ihm nicht blos Theologen, die aus Missverständniss die Bibel gefährdet glaubten, sondern Alle, die ihren Sinnen mehr vertrauten als den Deduktionen der Astronomen; ja der grösste unter ihnen, Tycho de Brahe, war der entschiedenste Gegner des neuen Systemes und setzte ihm ein anderes entgegen. Pfaff führt weiter an, dass es einen dreihundertjährigen Kampf der Naturforscher gekostet habe, ehe die Theologen den hartnäckigen Widerstand gegen die Lehre, dass die Versteinerungen von wirklichen Thieren und Pflanzen und lange vor der Sündfluth herrühren, aufgegeben hätten. Ganz Anderes berichtet hierüber Quenstedt [Sonst und Jetzt S. 239]: „Der Kampf gegen die Naturspiele wurde merkwürdiger Weise von Laien, namentlich Geistlichen, siegreich zu Ende geführt.“ Des berühmten Naturforschers Scheuchzer *homo diluvii testis*, ein versteinerter Salamander aus den Oeninger Schiefern, ist wohl Jedermann bekannt. Pfaff hebt zuletzt noch hervor, dass erst nach harten Kämpfen der Naturforscher die Theologen sich bequemten, den Schöpfungstagen eine längere Dauer als 24 Stunden für jeden zuzugestehen; dagegen ist zu bemerken, dass schon die Kirchenväter es für zulässig erklären, die Schöpfungstage nicht für bürgerliche Tage, sondern für grosse Zeitperioden zu nehmen, wenn nämlich zu letzterer Annahme unwiderlegliche Gründe zwingen würden. Wie es aber mit diesem gepriesenen „Resultate der Naturforschung“ sich verhält, wird im Nachfolgenden gezeigt werden.

zweifelhaft fest halten, dass wir zeigen, es sei unsern heiligen Büchern nichts entgegen, was die Weisen der Welt über die Natur der Dinge wahrhaft beweisen konnten. Was immer aber Andere in ihren Werken gegen die h. Schriften lehren, das wollen wir ohne allen Zweifel für falsch erachten und als falsch nach Kräften nachweisen, und so an dem Glauben unsers Herrn, in welchem alle Schätze der Weisheit verborgen sind, festhalten, dass wir uns weder durch den Wortschwall falscher Philosophie verführen, noch durch die Vorspiegelung religiösen Aberwitzes beirren lassen." *

2. Einiges über das Alter der ältesten Urkunden über die Schöpfungsgeschichte.

Die mosaische Schöpfungsurkunde unterscheidet sich in drei wesentlichen Stücken von den andern uns vorliegenden, wie z. B. den chinesischen, indischen, ägyptischen und skandinavischen, dass sie erstlich die älteste Abfassung nachweisen kann, ferner das Alter des Menschengeschlechts auf die kleinste Ziffer bringt, und endlich ihre Darstellung in der einfachsten Weise giebt. **

Die bibelfeindliche Kritik hatte bekanntlich gewaltiglich auf das hohe Alter gepocht, das Chinesen, Indier, Aegypter, Babylonier für ihre Völkergeschichte in Anspruch nehmen; sie freute sich, hiermit die kleinen Zahlen der mosaischen Genesis übertrumpfen, ihren Anspruch auf Alter und Verlässigkeit herunterdrücken zu können. Aber siehe da, die Freude dauerte nur so lange, als aus Mangel an gehörigen linguistischen Kenntnissen jene übertriebenen Angaben auf Treu und Glauben hin, ohne weitere Prüfung, angenommen werden mussten. Seitdem ein ernstes Studium der Sprachen und Alterthümer des Orients begonnen, seitdem der Occident angefangen, wissenschaftlich in die Geheimnisse des Morgenlandes einzudringen, erlangte man von allen Seiten her das überraschende Resultat, welches die Gegner der Genesis keineswegs erwartet, dem ängstliche Freunde derselben sogar nicht ohne Besorgniss entgegen gesehen hatten, dass nämlich alle jene hohen Angaben vom Alter der morgenländischen Völkergeschichten

---

* Wie man sich bei einem Konflikte wissenschaftlicher Meinungen und biblischer Darstellungen zu verhalten habe, darüber giebt derselbe Kirchenlehrer an einem Beispiele folgende wohl zu beachtende Regel. „Aber es möchte Jemand sagen: wie, sind die Worte unserer heiligen Schriften: der den Himmel ausgedehnt wie ein Fell, nicht der Behauptung entgegen, dass der Himmel die Form einer Kugel habe? Wenn diese Behauptung falsch ist, so dürfen diese Worte ihr allerdings entgegen sein, denn wahrer ist der Ausspruch der göttlichen Autorität als die Vermuthung des beschränkten menschlichen Denkens. Sollte aber gedachte Behauptung durch so gewichtige Gründe unterstützt werden können, dass darüber jeder Zweifel verschwindet, so wäre nur zu zeigen, dass der Ausdruck „Fell" jenen wahren Gründen nicht entgegen sei." — Die hier angeführten Aeusserungen von Augustinus habe ich entnommen aus Pianciani's Erläuterungen der Mosaischen Schöpfungs-Geschichte S. 5 u. 6.

** Ueber die Geologie der Griechen und Römer liegt eine höchst interessante, geistreiche Abhandlung vor von E. v. Lasaulx in den Abh. d. I. Klasse der bayer. Akadem. d. Wissensch. VI. S. 515.

sammt und sonders keinen historischen Grund haben, sondern dem Reiche der Dichtung und Mythe angehören, und dass von allen die beglaubigte Geschichte hinter dem Zeitpunkt zurückbleibt, bis zu dem die Genesis mit Sicherheit hinauf datirt. Wie in allen andern Fällen ergab sich das merkwürdige Resultat, dass, während eine ungenügende halbe Kenntniss des Gegenstandes auf Differenz mit den biblischen Angaben führte, eine vervollständigte auf gänzliche Uebereinstimmung mit ihnen hinwies. Die Bibel hat also nicht, wie ihre Feinde höhnisch verkündeten, von der strengen Wissenschaft etwas zu fürchten, sondern sie darf sich im Gegentheil zu ihrer Bestätigung allenthalben auf sie berufen.

Um nur die Hauptdata der wissenschaftlichen Forschungen über das Alter der Völkergeschichten hier in der Kürze hervorzuheben, so mag zuerst das von einem der grössesten Sprachen- und Geschichtsforscher, nämlich von KLAPROTH *, gefundene Ergebniss seiner Untersuchungen hier Platz finden. Ihm zufolge ist der Anfang der einheimischen gewissen Geschichte:

der Araber	im	5ten	Jahrhundert nach Christi Geburt.
- Perser	-	3ten	
- Türken	-	14ten	
- Mongolen	-	12ten	
- Hindu	-	12ten	
- Tibetaner		1sten	
- Chinesen	im	9ten	Jahrhundert vor Christi Geburt.
- Japaner	-	7ten	
- Armenier		2ten	
- Georgier	-	3ten	

Wenn auch ABEL REMÜSAT geneigt ist, der chinesischen Geschichte ein höheres Alter als das in vorstehender Tabelle ihr eingeräumte zuzugestehen, indem er sie nämlich bis zum Jahre 2200 vor Christus und die annehmbare Ueberlieferung bis 2637 zurückreichen lassen will, so sind dies noch immer keine Zahlen, welche die der Genesis überbieten, und dann ist auch wohl zu erwägen, was KLAPROTH vom Zustande der ältern chinesischen Literatur selbst berichtet. „Man sieht leicht ein", sagt er, „dass es unmöglich ist, mit solchen Hülfsmitteln ein neues System der Chronologie zu begründen, oder sich desselben zu bedienen, um die Zeitrechnung der mosaischen Bücher zu bestreiten."

Was Indien anbetrifft, so meint selbst BOHLEN**, der für dessen Literatur ebensoviel Vorliebe als Abneigung vor der biblischen hat, dass alle neuern Werke, welche eine alte Geschichte Indiens ankündigen, bis jetzt nur jene Sagen liefern, „in denen sich kein historischer Faden finden lässt."

* *Asia polyglotta* I. S. 17.
** Das alte Indien. I. S. 88.

Jones setzt die Gründung des indischen Reiches etwa auf 2000 Jahre vor Christus an, was also ungefähr mit den Zeiten Abrahams zusammenfällt. Bentley * nimmt den Anfang der indischen Geschichte zu 2200 an, was also auch nicht bis zur Sündfluth hinaufreicht.

Hinsichtlich Aegyptens erklärt Ideler**: „die Urgeschichte Aegyptens ist ein Labyrinth, zu welchem die Chronologie den Faden verloren hat." Und Prichard *** hat als Resultat gefunden, dass die Urkunden der Aegypter auch nicht weiter als fast zu derselben Periode wie die der Indier zurückführen.

Mit den hier aufgeführten Resultaten stimmen im Wesentlichen auch die neuesten Forscher überein †; lediglich die ägyptische Zeitrechnung ist es, zu deren Labyrinthe jetzt die Chronologie den Faden gefunden haben will und zwar bis in solche Ferne, dass sie damit bis in die Zeiten Adams hineinreicht, ja nach Einigen sogar noch weit darüber hinausgeht. Die ägyptische Chronologie ist jetzt der furchtbare Popanz, mit welchem man das Alter und die Verlässigkeit der mosaischen Urkunden diskreditiren will, und die Zuversicht, mit der dies geschieht, und der blendende Schein, mit welchem man die neue Entdeckung zu umgeben wusste, hat selbst bibelgläubige, aber zaghafte Forscher erschreckt und verwirrt, den Gegnern der Bibel aber nicht wenig den Muth gestärkt. Nachdem die spekulative Philosophie und die höhere Kritik mit ihren Angriffen auf die Bibel vollständigen Bankerott gemacht, und die Naturwissenschaften nunmehr auch den ihnen zugemutheten Dienst als Prostitution abweisen, so muss als Ersatz die ägyptische Chronologie den Mauerbrecher zum Umsturz der mosaischen Autorität abgeben. Dass unter den Trümmern dann die der ganzen Bibel mit begraben wird, mag immerhin ein bedauerliches Ereigniss sein, aber es ist nun einmal unabwendbar. ††

---

* Prichard in der deutsch. Uebers. II. S. 205.

** Handb. d. Chronol. I. S. 190.

*** A. a. O. S. 209.

† Delitzsch in seiner Genesis 2te Aufl. 1853. S. 5 erklärt sich hierüber folgendermassen. „Die Veda's in ihrer jetzigen Form sind nicht früher als frühestens im 14. Jahrhundert v. Chr. entstanden; Colebrooke wollte sie nach einer verfehlten astronomischen Berechnung in das vierte Jahrtausend v. Chr. versetzen, jetzt ist anerkannt, dass sie zwar nicht nach dem 7. Jahrhundert v. Chr. verfasst sind, dass aber auch nicht gar viele Jahrhunderte zurückzugehen ist. Von den Zendbüchern gehören nach Spiegel's Untersuchung die in der jüngeren Sprache geschriebenen ungefähr der Zeit gegen Alexander den Grossen hin an, die in der älteren reichen nicht bis Cyrus hinauf: von Zoroaster selbst ist keins dieser Bücher. Der Schuking Kungfutse's ist aus dem 6. Jahrhundert v. Chr.; die Frage, ob er ältere Bestandtheile enthalte, ist nach Gützlaff's Aussage noch gänzlich unerledigt. Nur einige ägyptische Papyrus können sich mit der Thora an Alter messen, doch sind es, verglichen mit dieser, nur annalistische Bruchstücke national beschränkten Inhalts. Die Thora [der Pentateuch] ist ein vielgegliedertes, einheitliches, weltumfassendes Geschichtswerk aus dem 16. Jahrhundert v. Chr., in welches nur wenige der ältesten Papyrusrollen in den ägyptischen Sammlungen zu London, Turin, Leyden und Berlin hinaufreichen."

†† Das meiste Aufsehen haben die neuen ägyptischen Entdeckungen in den Vereinigten Staaten erregt und dort nicht wenige Köpfe verwirrt. Ein Hauptwerk in

Obwohl meine Berufsstudien der Alterthumskunde und deren Hülfswissenschaften ganz ferne liegen und ich daher auf diesem Gebiete kein selbstständiges Urtheil fällen kann, so hat es doch meinen Muth nicht wenig aufgerichtet, als ich, bevor ich noch das Votum anderer Sachverständiger einholte, ersah, wie weit die numerischen Resultate der ägyptischen Chronologen auseinander gingen, so dass selbst hochberühmte Männer, wie CHAMPOLLION und LEPSIUS, um nicht weniger als 2000 Jahre für eine und dieselbe Zeitperiode differirten. Da wurde ich denn doch gegen die Evidenz der ägyptischen Chronologie mit nicht geringem Misstrauen erfüllt und zweifelte nicht mehr daran, dass daran etwas faul sein müsse, und diese Bedenklichkeiten wurden mir zur Gewissheit, als ich das Votum, das ein kompetenter Sachkenner, DELITZSCH *, abgegeben, zu Rathe zog und das ich vollständig hier mit seinen eigenen Worten anführe.

„Wie die Lebensdauer der Urväter Vielen unglaublich lang dünkt, so erscheint die Summe der Jahre von der Weltschöpfung bis zur Fluth und von da bis Abraham, an die ägyptische Geschichte gehalten, Vielen zu kurz. Wenn LEPSIUS das Jahr 3893 v. Chr. für das erste des Menes hält, so dass also die erste geschichtliche Dynastie in die erste Hälfte der Lebenszeit Adams hineinfiele, so muss er natürlich die Zahlen und Genealogien in Gen. c. 5 und 11 für unhistorisch, für nur cyklisch halten und den von BERTHEAU gebahnten Weg weiter verfolgen. Vielleicht dass schon die LXX durch die chronologischen Angaben anderer Völker bestimmt wurde, die überlieferten Zahlen der Genesis möglichst zu vergrössern. Aber die ägyptischen Forschungen, die Manchem bange machen, sind noch gar nicht zu solchen Ergebnissen gelangt, denen die biblische Chronologie sich zu konformiren hätte. Die grössten Forscher auf diesem Gebiete befinden sich unter einander in gewaltigen Widersprüchen. BOECKH, der die MANETHO'schen Dynastien als fortlaufend ansieht, erklärt dessen ganze Zeitrechnung für eine theils von vorn herein cyklisch angelegte, theils später cyklisch gestaltete. Dagegen will BUNSEN ein cyklisches Element in MANETHO's Chronologie gar nicht anerkennen, LEPSIUS nur in Berechnung der mythischen Zeit vor Menes; Beide sehen, nicht ohne bedeutende Abweichungen, die Dynastien, die in der Aufzählung MANETHO's einander folgen, als theilweise gleichzeitig regierend an, SEYFFARTH dehnt diese anzunehmende Gleichzeitigkeit von Dynastien über Menes bis Ramses d. Gr. aus. Auch das Urtheil über den historischen Werth MANETHO's ist noch sehr schwankend. HENGSTENBERG geht ge-

---

diesem Sinne ist NOTT *and* GLIDDON, *Types of Mankind, Philadelph.* 1854, Ersterer hat die naturwissenschaftliche Abtheilung, Letzterer die antiquarische übernommen. Ueber GLIDDON kann ich kein Urtheil abgeben, er scheint mir in der Hauptsache mit LEPSIUS zu harmoniren; was NOTT anbelangt, so zeigt er sich in den Naturwissenschaften nur als Dilettant von sehr oberflächlichen und mangelhaften Kenntnissen, und seine Beweisführung für die Vielheit der Menschenarten kann sich an Seichtigkeit und Haltlosigkeit getrost neben die von BORY und VOGT stellen.

* A. a. O. S. 217.

wiss zu weit, wenn er die *Aegyptiaca* für das Werk eines Betrügers hält, der viel später als zur Zeit des Ptolemäus Philadelphus lebte. Aber auch Boeckh nimmt an, dass die *Aegyptiaca* schon zur Zeit des Josephus durch Zusätze entstellt waren und nach und nach zu einem Gemische der mannigfaltigsten Lappen wurden. Und Saalschütz erklärt Manetho für einen Kompilator, der Wahres und Falsches ehrlich, aber ohne genau zu sichten, nachgeschrieben. Nur Bunsen urtheilt zu ungetrübt günstig über den „Priester von Sebennytos.“ Darin haben Bunsen und Lepsius unzweifelhaft Recht, dass Manetho einheimische Quellen benutzte; der Turiner Königspapyrus giebt uns eine Vorstellung von den Vorbildern seiner Listen. Wenn uns nur der Text Manetho's so vorläge, wie er unter Benutzung solcher Quellen von ihm ausging! Das Werk von Lepsius (Chronologie der Aegypter) zeigt uns, welcher verwickelten und unsicheren kritischen Operationen es bedarf, um aus den vorhandenen Rezensionen dieser Listen bei Josephus, Africanus, Eusebius u. A. die Gestalt des Urtextes herauszufinden. Nun ist und bleibt zwar der Widerspruch Manetho's mit der biblischen Zeitrechnung, man möge diese oder jene Rezension bevorzugen, kolossal genug, aber an der Möglichkeit einer Ausgleichung ist wenigstens bis jetzt noch nicht zu verzweifeln. Hofmann in seiner Schrift über ägyptische und israelitische Zeitrechnung hat den Widerstreit beider dadurch geschlichtet, dass er in den Manetho'schen Listen drei ineinander gewirrte Berechnungen der Zeit von Menes bis Psammenit, jede zu 1651 Jahren, ausscheiden zu können glaubt; Menes rückt dann aus der adamitischen Zeit in den Anfang der abrahamischen. Seyffarth, welcher unter den Aegyptologen sich durch astronomische Kenntnisse auszeichnet, setzt Menes ins Jahr 2782 v. Chr. (also 1111 Jahre später als Lepsius), 665 Jahre nach der Fluth, für die er mit grosser Zuversicht das Jahr 3447 v. Chr. festhält, indem er die Schöpfung ins Jahr 5871 v. Chr. setzt — abweichend also nicht nur von der Zeitrechnung des hebräischen Textes, sondern auch von der von Joh. v. Müller, Ewald u. A. bevorzugten der LXX, aber doch im Ganzen und Grossen überzeugt von der an den ägyptischen Denkmalen sich bestätigenden Wahrheit der biblischen Geschichtschreibung. So bunt geht das Für und Wider auf diesem Gebiete noch durcheinander. Wir entscheiden uns weder für Seyffarth noch für Hofmann, aber Lepsius's Zweifel an der Geschichtlichkeit der biblischen Chronologie machen auch uns nicht wankend. Wir glauben an kein Hinaufreichen des alten ägyptischen Reiches in die vorfluthliche Zeit, obwohl wir nicht bezweifeln, dass in den von Adam bis zur Fluth verflossenen 1656 Jahren, über welche die Schrift uns nur einige heilsgeschichtlich bedeutsame Skizzenstriche giebt, eine gewaltige Fülle geschichtlichen Lebens von schöpferischer Intensität sich entfaltet hat.“

Ausser der hebräischen reicht also die verlässige Geschichte der übrigen ältesten Völker bis ungefähr 2000 Jahre vor Christi Geburt hinauf; dann, und bei den meisten schon weit eher, verliert sie sich in unverlässige Sage; was von dem höheren Alter der ägyptischen

Chronologie behauptet wurde, ruht auf ganz unsicherem Grund und Boden. Die alten Chronologien, die neben der biblischen uns vorliegen, gehen demnach mit historischer Glaubwürdigkeit, wenn wir viel zugestehen wollen, höchstens bis gegen die Zeit der Sündfluth, aus einem sehr begreiflichen Grunde, weil erst nach dieser Katastrophe die Völker sich konstituirten und Reiche begründeten. Also auch hier wieder die auffallendste Zusammenstimmung mit der mosaischen Zeitrechnung und ihren historischen Thatsachen.

Die mosaische Chronologie sollte aber nicht blos durch die geschichtlichen Angaben der alten Völker um ihren Kredit gebracht werden, sondern man wollte auch aus den astronomischen Kenntnissen der letzteren und aus gewissen physikalischen Verhältnissen ihnen ein ungleich höheres Alter, als die Genesis dem Menschengeschlecht überhaupt einräumt, zuerkennen. Aus dem in dem ägyptischen Tempel von Tentyra gefundenen Thierkreise wollte man auf ein 15,000 jähriges Alter desselben, aus dem von Esne sogar auf ein 20,000 jähriges schliessen. Die Sache machte geraume Zeit ungeheures Aufsehen und wurde hauptsächlich zur Bestreitung der Richtigkeit der mosaischen Chronologie benutzt, bis Cuvier * mit eben so grosser Gelehrsamkeit als Scharfsinn all dem unnützen Gerede ein Ende machte und nachwies, dass „das gewissen Völkern beigelegte ausserordentlich hohe Alterthum keinen geschichtlichen Grund hat.“ Sein Schlussresultat ist folgendes; „Wenn man genau untersucht, was auf der Oberfläche der Erde vorgegangen ist, seit sie zum letzten Male abtrocknete und die Kontinente ihre dermalige Gestalt wenigstens an den etwas erhöhten Theilen erhielten, so sieht man deutlich, dass diese letzte Umwälzung und folglich auch die Bildung der jetzigen menschlichen Gesellschaften nicht sehr alt sein können. Dies ist eines der Resultate der besonnenen Geologie, das zugleich am besten erwiesen ist und am wenigsten erwartet wurde; ein um so werthvolleres Resultat, als es durch eine ununterbrochene Kette die Natur- mit der Völkergeschichte verbindet.“ Cuvier steht nicht an zu erklären, dass die physikalischen Gründe auf kein höheres Alter der gegenwärtigen Gestaltung der Erde als auf 5—6000 Jahre schliessen lassen. **

Vorstehende Erörterungen über die Autorität der mosaischen Urkunden als integrirenden Theiles der göttlichen Offenbarung wollte ich hier vorausschicken, um dadurch meinen Standpunkt zu rechtfertigen.

---

* *Rech. sur les ossem. foss.* I. p. 85.

** Bei dieser Gelegenheit kann ich es nicht unerwähnt lassen, dass der National [eine bekannte, republikanisch gesinnte Zeitung vor dem letzten Umsturz in Frankreich] in der Lobrede, welche er dem Andenken Cuvier's bei der Anzeige von dessen Tode hielt, es für nothwendig fand, den grossen Mann wegen seiner Zustimmung zur biblischen Autorität damit zu entschuldigen, dass er als Protestant von frühster Jugend an mit der Bibel vertraut gemacht worden sei und dadurch eine Vorliebe für sie gewonnen habe, der er sich selbst als Mann nicht mehr habe entschlagen können. Es liegt in dieser Bemerkung des National eine tiefe Wahrheit und eine gute Lehre.

Denn wenn dem nicht so wäre, wenn diese Urkunden als unrecht nachgewiesen, also ihrer höheren Gewährschaft entkleidet werden könnten, so würde eine Vergleichung der Ergebnisse der Naturwissenschaft mit diesen Berichten ihren ganzen Werth einbüssen, wenigstens möchte ich nicht meine Zeit damit verlieren.

3. Der Anfang der Schöpfung.

Genes. 1, 1. Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. — 2. Und die Erde war wüste und leer, und es war finster auf der Tiefe, und der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser.

Wir gehen jetzt über zur unmittelbaren Vergleichung des mosaischen Schöpfungsberichtes mit den Ergebnissen der Geologie, und wenn hiebei, um des Zusammenhanges willen, auch die Schöpfungsgeschichte der organischen Welt berührt werden muss, so wird dies nur in aller Kürze geschehen, indem die weiteren Erläuterungen über dieselbe dem folgenden Bande vorbehalten sind. In sprachlicher und sachlicher Beziehung habe ich mich hauptsächlich auf die ausgezeichneten Arbeiten von Drechsler*, Kurtz** und Delitzsch*** gestützt, und, wie schon im Vorhergehenden, ist mir insbesondere in diesem letzten Abschnitte Schubert's† geistvolles Werk ein trefflicher und tief eingehender Rathgeber geworden.

In grossartiger Einfachheit und energischer Kürze beginnt die mosaische Genesis ihren Schöpfungsbericht, wie sie überhaupt durch beide Eigenschaften sich sehr von den Sagen anderer Völker unterscheidet, bei denen es mehr oder minder durchblickt, wie die Phantasie in ihrer Weise geschäftig war, die alte einfache Ueberlieferung mit Ausschmückungen und Uebertreibungen zu überladen und zu entstellen.

Der erste Vers der Genesis bezieht sich auf die Schöpfung des Weltalls und begnügt sich einfach anzugeben, dass die Materie nicht von Ewigkeit her bestanden hat, sondern dass Gott es war, der durch sein Allmachtswort sie zu einer bestimmten Zeitfrist aus dem Nichts ins Dasein rief.

Schon gleich dieser erste Vers der Bibel ist ein aus göttlicher Offenbarung hervorgegangener Glaubensartikel. Dem ganzen heidnischen Alterthume ist die Idee einer Schöpfung aus Nichts fremd; dasselbe gelangte zu keiner andern Vorstellung als zu der einer ewigen Materie, aus welcher alles Dasein sich entwickelte, und der neue Materialismus ist demnach weiter nichts als ein Rückfall in das Heidenthum. „Das erste Wort der heiligen Urkunden Israels ist ein Protest

* Die Einheit und Aechtheit der Genesis. Hamb. 1838.

** Bibel u. Astronomie. 3. Aufl. Berl. 1853.

*** Die Genesis. 2. Aufl. Leipz. 1853.

† Das Weltgebäude, die Erde und die Zeiten des Menschen auf der Erde. Erlang. 1852.

gegen den grundstürzenden Irrthum des Heidenthums." Am Anfang schuf Gott, d. h. das Weltall ist nicht von Ewigkeit her bestanden, sondern in und mit dem Beginne der Zeit rief es Gott aus dem Nichtsein in das Dasein, woraus von selbst folgt, dass es auch nur so lange Bestand hat, als es seinem Schöpfer beliebt. Ewig an sich ist nur Gott, der Materie kommt aber dieses Prädikat schlechterdings nicht zu. Ueberhaupt ist mit dem Worte Materie in neuerer Zeit grosser Unfug getrieben worden, indem man sie sogar für das einzig Reelle und Unvergängliche erklären wollte. Dagegen ist zu erwiedern, dass Materie lediglich ein Gedankending ist; die sinnliche Beobachtung nimmt nur Körper und Stoffe wahr, und wenn man dann diesem Abstraktum Eigenschaften beilegt, die ihm seiner Natur nach nicht zukommen, so ist hiemit von Seiten der Materialisten lediglich ein Glaubensartikel aufgestellt, der vor einer wissenschaftlichen Prüfung als haltlos und verkehrt sich ausweist. *

Der erste Vers bietet an sich keine Schwierigkeiten dar, wohl aber der zweite Vers, und seine Erklärung hat schon die alten Ausleger vielfach beschäftigt. Ich werde mich hinsichtlich des sprachlichen und sachlichen Sinnes hauptsächlich an die Erläuterungen halten, welche einer der grössten Kenner des hebräischen Alterthums, M. Drechsler **, gegeben hat. Die Schwierigkeit, welche der 2. Vers darbietet, liegt in der Ausmittelung des Verhältnisses, in welchem er zum vorhergehenden und nachfolgenden Verse steht. Es fragt sich nämlich, ob er den im V. 1. begonnenen Akt unmittelbar weiter fortführt und so in den V. 3 überleitet, oder ob zwischen ihm und V. 1 eine Intervallum, eine Lücke, bestanden haben könne.

Schon die älteren Ausleger sind hierüber nicht einig, indem sie in den beiden ersten Versen theils eine summarische Ankündigung der darauf folgenden Schöpfung, theils die Relation einer besondern Schöpfung finden; Episcopius und Andere setzen den Fall der Engel in den gedachten Zeitraum. Auf letztere Ansicht konnte man um so leichter kommen, als man für jene Begebenheit keinen Zeitraum angegeben findet und ein solcher zwischen V. 1 und 3 liegen könnte. Der erste Vers würde alsdann für sich stehen und auf die Urschöpfung sich beziehen, der 3. dagegen von der Restauration des durch den Fall der Engel verstörten Weltalls handeln, weshalb auch der 2. Vers als Bericht dieser Zerstörung genommen und „die Erde aber wurde wüste und leer" übersetzt wurde.

Mit der Uebersetzung durch „wurde" ist jedoch Drechsler in grammatikalischer Hinsicht nicht einverstanden. „Wenn man", sagt er, „ganz beziehungslos fragt, ob das Wort gleich gut war und wurde

---

* Hegel sagt in seiner Encyklopädie §. 261 ganz richtig: „Insofern bei der Materie von der Zeit und überhaupt von aller Form abstrahirt wird, ist von ihr behauptet worden, dass sie ewig ist. Dies folgt in der That unmittelbar; aber eine solche Materie ist auch nur ein unwahres Abstraktum."

** A. a. O. Kap. III.

heissen kann, so ist zu antworten; ja! Wenn man aber fragt, ob dies Wort an unserer Stelle hier durch war oder durch wurde übersetzt werden müsse, so kann an dieser Stelle keine andere Uebersetzung als die durch war für richtig erklärt werden. Wer den sehr geregelten Satzbau der hebräischen Sprache nicht ausser Augen lässt, der erkennt mit Sicherheit, dass Gen. 1, 2 durchaus nicht erzählt [wie dies dagegen V. 3. 4. 5 etc. der Fall ist], sondern schildert, ein im Laufe der Rede berührtes Glied schildernd ausmalt. Ferner der Vers besteht aus drei Sätzen: 1. die Erde war wüste und leer, 2. Finsterniss auf der Fluth, 3. der Geist Gottes schwebend [im Grundtexte ja das Partizipium] über dem Gewässer. Diese drei Sätze haben einerlei logischen und grammatischen Bau. In dem 2. und 3. Satze sind Subjekt und Prädikat ganz einfach und ohne ausdrückliche Bezeichnung der Kopula nebeneinander gestellt; aus dem 1. Satze setzt sich die Wirkung des *hajetha* als Kopula fort in den 2. und 3. Satz. Die Uebersetzung des *hajetha* nun durch wurde würde auf diese beiden Sätze nicht passen und alles Ebenmaass stören. Endlich hätte doch der Hebräer Mittel gehabt, den Begriff werden zu etwas deutlich und bestimmt auszudrücken, dadurch nämlich, dass er sein oder werden zu mit Hülfe einer Präposition sagte. So würde er gewiss hier diesen Wende- und Angelpunkt nicht so versteckt, gleichsam absichtlich in den Schatten gestellt haben, sondern um so mehr deutlich und bestimmt ausgedrückt, da der Lesende endlich auch nicht durch die Natur der Sache darauf geführt werden konnte, hier anstatt einer Entwickelung des ersten Verses eine Degeneration ausgesprochen zu finden."

Drechsler sieht demnach nach sprachlicher Fassung in Vers 2 nicht die Beschreibung des Zustandes, in welchem die Erde aus dem im ersten Vers ausgesprochenen Akt des Schaffens hervorgegangen ist, sondern er findet in ihm die Schilderung des Zustandes, in welchem sie der mit dem 3. Vers anhebende Prozess traf. Von Vers 1 zu 2 besteht demnach kein wirkliches Fortschreiten, sondern ein unvermittelter Uebergang, so dass „mithin zwischen beiden Versen allerdings eine Zwischenzeit liege, möglicher Weise also auch ein Drama von unbestimmbar längerer oder kürzerer Dauer liegen könne."

Der 1. und 2. Vers lassen also ein doppeltes Verständniss zu. Entweder giebt Vers 1 nur eine summarische Ankündigung des folgenden Schöpfungsaktes und alsdann bezeichnet das Tohu va bohu des 2. Verses das Chaos oder den primitiven Zustand der Materie, aus welcher sich im Sechstagewerke Himmel und Erde entwickelte; oder der 1. Vers berichtet von der Urschöpfung beider als vollendeter Thatsache und alsdann schildert V. 2 einen Zustand der Verödung, Verwüstung und Verfinsterung des Weltalls, welcher nach jener erfolgte, so dass in diesem Falle das Sechstagewerk nur die Restitution und Neuschaffung der verwüsteten Schöpfung zum Gegenstande hat. Jede dieser beiden Auffassungen lässt sich mit gleicher Berechtigung aus den zwei ersten Versen der Genesis ableiten, und sowohl Theologen

als Naturforscher haben sich theils für die eine, theils für die andere erklärt.

Die erstere Deutung, welche im 2. Vers den Beginn der Schöpfung im chaotischen oder in dem noch ungestalteten amorphen Zustande finden will, wird von vielen Naturforschern und unter den neueren Theologen insbesondere von Delitzsch vertreten; sie ist diejenige, welcher auch ich in meiner ersten Auflage und selbst noch in dem vorhergehenden Abschnitte dieser zweiten gefolgt bin.

Für die andere Deutung, welche im 2. Vers eine Verwüstung ursprünglicher Ordnung und daher im 1. Vers den Abschluss der Urschöpfung findet, haben sich in neuerer Zeit besonders Buckland, Schubert, Hengstenberg und Kurtz ausgesprochen. Der erstere*, indem er zuvörderst hervorhebt, dass der 1. Vers der Genesis ausdrücklich von der Schöpfung des Universums zu gelten scheine, giebt dann folgende weitere Erklärung ab. „Keine Nachricht ist von dem gegeben, was auf dieser Erde, die mit der Geschichte des Menschen noch nicht in Verbindung war, zwischen der Erschaffung ihrer sie zusammensetzenden, im ersten Verse erwähnten Materie und der Zeit, zu welcher ihre Geschichte im zweiten Vers vorgerückt ist, sich zugetragen haben mochte. Millionen von Jahren mögen den unbestimmten Zeitraum zwischen dem Anfange, in welchem Gott Himmel und Erde erschuf, und dem Abend, oder dem Anfang des ersten Tages der mosaischen Erzählung ausgefüllt haben. Der 2. Vers mag den Zustand der Erde am Abend des ersten Tages schildern [nach der von Moses gebrauchten jüdischen Zählungsweise, wonach jeder Tag vom Anfang eines Abends bis zu dem des andern Abends gerechnet wird]. Dieser erste Abend lässt sich als das Ende der unbestimmten Zeit betrachten, welche der uranfänglichen, in V. 1 angekündigten Erschaffung folgte, so wie als der Anfang der sechs aufeinander folgenden Tage, in welchen die Erde auf eine für die Aufnahme des Menschengeschlechts geeignete Weise zugerichtet und bevölkert wurde.“ In diesen unbestimmten Zeitraum, der den sechs Tagwerken vorangeht, verlegt Buckland die ganze Gebirgsbildung, so wie in nothwendig hieraus sich ergebender Konsequenz die Erschaffung der Pflanzen und Thiere, welche in den Gebirgsschichten eingehüllt sind.

Schubert ** äussert sich, nachdem er zuvor erwähnt, dass das Wort der Offenbarung von einer Sündfluth redet, in folgender Weise. „Dasselbe Wort spricht an einer früheren Stelle von einem Zustand der Dinge, da die Erde verwüstet und verödet, und da es finster war auf der Tiefe, über deren Gewässer der richterliche Ernst des Schöpfers und Erbarmers, ein Neues sinnend schwebte. Dasselbe Wort deutet an andern Orten auf ein Reich der Lebendigen, auf ein Fürstenthum

---

* *Geology and Mineralogy considered with reference to natural Theology.* Ins Deutsche übersetzt von Agassiz unter dem Titel: Geologie und Mineralogie in Beziehung zur natürlichen Theologie. Neuchatel 1839.

** A. a. O. S. 564.

der denkenden Geister hin, welches vor den Tagen des Menschen war. — — Jene Gewaltigen, die nicht vom Geschlechte des Fleisches und Blutes waren, hatten ihre Behausung, vormals erfüllt von den Kräften des Lichtes und des Lebens, verloren und verlassen, das Licht derselben war verloschen. Die heilige Urkunde redet zunächst nur von den Tagwerken jener neuen Schöpfung der Dinge, als deren Letztes und Höchstes, am Vorabend des Sabbathes, der Mensch erscheint. Erst mit ihm und seiner Geschichte beginnt das Maass der Zeit. — — Was die Geschichte des frühern Fürstenthumes und seiner Gewalthaber, was ihr Einfluss auf die Werke war, welche den Rathschluss der fernen Zukunft vorbereiteten, das wird nicht in der Zeit gelehrt, nicht in der Zeit verstanden."

Auch Kurtz *, der mit grosser Klarheit diesen Gegenstand behandelt, spricht sich jetzt dafür aus, dass Vers 2 eine Verwüstung und Verödung eines, ursprünglich mit Leben und Harmonie erfüllten Gotteswerkes bezeichne, und dass hierauf eine schöpferische Restitution im Sechstagewerke erfolgte, wodurch aus der Finsterniss das Licht, aus der Verwüstung und Verödung Ordnung und Lebensfülle hervorgerufen wurde. Diese Ansicht folgert er keineswegs aus Genes. 1, 2., sondern aus ihrer Kombination mit den Daten späterer Offenbarungsstadien. Da nämlich in der h. Schrift vom Falle der Engel als einer Thatsache öfters die Rede ist, da von ihnen berichtet wird, dass sie hiemit ihr Fürstenthum verloren und ihre Behausung verlassen mussten, da ferner ihr Fall vor dem Eintritt des Menschengeschlechtes erfolgte, gleichwohl aber nirgends in der Bibel die Zeitperiode, in welcher er vor sich ging, berichtet wird, so verlegt diese Kurtz in den 2. Vers und leitet die Verwüstung als eine Folge des Falles der Engel ab, und die Restitution geschah, um einen neuen Bewohner und Herrscher, den Menschen, an ihre Stelle zu setzen. Uebrigens fügt Kurtz bescheiden Folgendes hinzu: „Ich vindizire dieser Ansicht nicht die Autorität geoffenbarter Wahrheit, auch nicht den Charakter nothwendiger Konsequenz. Sie ist und bleibt eine Hypothese, eine Vermuthung, die nur auf Wahrscheinlichkeit, nicht auf Gewissheit Anspruch macht."

Wie erwähnt, ist diese Meinung auch schon von älteren Kirchenlehrern geltend gemacht worden, sie lässt sich aber auch von geologischer Seite annehmbar machen, und ich selbst ziehe sie jetzt der andern Auslegung vor. Namentlich sind wir mit ihr, wie Hengstenberg ** richtig bemerkt, dem lästigen Zwange überhoben, die Entstehung der untergegangenen Organismen in das Sechstagewerk einzuzwängen, der Streit zwischen neptunischer und vulkanischer Entstehung der Erde berührt dann die Bibel gar nicht, weil sie über diese Punkte ein vollständiges Stillschweigen bewahrt und jeder geologischen Hypothese gegenüber sich vollkommen indifferent verhält. Auch die Zeitdauer der einzelnen Tage des Sechstagewerkes lässt sich leichter

* A. a. O. S. 102, 181.

** Evangel. Kirchenzeitung XXXVIII. S. 315.

mit den Vorstellungen der Geologen in Einklang bringen, weil nach der zweiten Deutung nicht die Schöpfungsgeschichte des Universums, sondern nur die Restitution desselben zur Aufnahme des Menschen berichtet wird.

Bleiben wir demnach bei der zweiten Deutung stehen, nach welcher Vers 1 die Urschöpfung des Weltalls berichtet und abschliesst, so folgt daraus, dass mit ihm auch die Erschaffung der Erdveste mit ihren Gebirgen als vollendete That gegeben ist. Fragen wir dann weiter, welche Bestimmung denn die urälteste Pflanzen- und Thierwelt, von deren Existenz uns nur durch ihre versteinerten Ueberreste Kunde geworden ist, zu erfüllen hatte, so können wir, da die Bibel hierüber uns keinen Aufschluss ertheilt, und die Naturwissenschaft völlig inkompetent ist, einen solchen zu gewähren, nur eingestehen: wir wissen es nicht. Warum die Offenbarung uns hierüber keine Enthüllung gegeben hat, lässt sich vermuthen: sie giebt eine Weltgeschichte, insofern sie Heilsgeschichte für den Menschen ist. Was nicht mit letzterem in organischem Zusammenhange steht, wie das Entstehen und Vergehen einer Pflanzen- und Thierwelt vor dem Auftreten des Menschen, zu welcher daher auch dieser ausser aller Beziehung ist, darüber schweigt das Wort der Offenbarung. Nur darüber belehrt es uns im 2. Vers, dass auf die erste gottgegebene Ordnung eine grauenhafte Verwüstung und Verödung der Erde erfolgte, dass sie in Finsterniss und unter Fluthen verhüllt wurde, und dass alsdann der Geist Gottes belebend und erregend über der Fläche der Wasser schwebte, um aus der Verwüstung eine neue Ordnung in dem Sechstagewerke herzustellen.

4. Das erste Tagwerk.

> V. 3. Und Gott sprach: es werde Licht. Und es ward Licht. — 4. Und Gott sahe, dass das Licht gut war. Da schied Gott das Licht von der Finsterniss. — 5. Und nannte das Licht Tag, und die Finsterniss Nacht. Da ward aus Abend und Morgen der erste Tag.

Mit dem dritten Verse beginnt das Sechstagewerk, dem, je nachdem man sich für die eine oder die andere der beiden vorhin angeführten Deutungen entscheidet, ein grösserer oder geringerer Umfang zukommt, indem nämlich entweder der ganze Entwickelungsprozess des Weltalls aus dem elementaren chaotischen Zustande in ihm abläuft, oder nur die Wiederherstellung einer zerrütteten Weltordnung durch dasselbe bewirkt werden soll.

In naturwissenschaftlicher Beziehung drängen sich beim Beginne der Tagwerke gleich zwei bedeutungsvolle Fragen auf: die Länge dieser Tage und die Erschaffung des Lichtes vor der Sonne. Beide

Punkte sind natürlich auch von der offenbarungsfeindlichen Kritik zur Bestreitung der Genesis benutzt worden.

Ueber die Länge der Schöpfungstage, ob darunter unsere gewöhnlichen 24stündigen Tage oder längere Zeitabschnitte zu verstehen seien, haben nicht blos die Geologen, sondern auch die Theologen seit alten Zeiten mancherlei Meinungen aufgestellt. Was insbesondere die Geologen zur Annahme veranlasste, längere Zeitabschnitte, als 24stündige, in den Tagen des Schöpfungswerkes zu sehen, ist der Umstand, dass in den Gebirgen eine wiederholt zerstörte und hinwiederum neu geschaffene Pflanzen- und Thierwelt sich kundgiebt, deren Lebensdauer und Wechsel nicht in der kurzen Spanne unseres jetzigen Tages begriffen sein dürfte. Da überdies das Wort Tag in der Bibel häufig als Bezeichnung irgend eines Zeitabschnittes überhaupt gebraucht wird, ohnedies vor Gott „tausend Jahre wie ein Tag" sind, und deshalb auch orthodoxe Kirchenlehrer nicht anstanden dem Begriffe desselben die grösste Ausdehnung zu gewähren, so konnten die Geologen kein Bedenken haben, ihnen hierin zu folgen, und Buckland wie Marcel de Serres weisen ausführlich nach, dass sie mit der Annahme von längeren Perioden für die Schöpfungstage weder mit dem hebräischen Texte noch mit älteren Kirchenlehrern im Widerspruche sich befinden.

Ehe wir in unseren Erörterungen weiter fortschreiten, haben wir zuvörderst den Unterschied, welchen die Verschiedenheit der Deutung der beiden ersten Verse der Genesis auf die Erklärung der Tageslängen im Sechstagewerke ausübt, ins Auge zu fassen. Legen wir nämlich den 1. Vers so aus, dass in ihm die primitive Weltschöpfung abgemacht und das Sechstagewerk blos auf die Wiederherstellung der durch ein späteres Ereigniss zerrütteten Weltordnung und die Erschaffung einer neuen Reihe organischer Wesen beschränkt ist, so liegt kein zwingender Grund vor, den Tagen eine andere als die jetzt gewöhnliche Länge zuzumessen.

Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn das Sechstagewerk als die primitive Schöpfung des Weltalls aufgefasst wird, indem alsdann die gewöhnliche Tageslänge wenigstens für die ersten drei Tage nicht ausreichen will. Nicht das Massenhafte ist es, was für diese auf die Annahme längerer Zeitdauer hinweist, sondern der mehrfache Wechsel im Entstehen und Vergehen der in den Gebirgen begrabenen Thier- und Pflanzenwelt, dessen Zeitdauer wir, insofern wir uns lediglich an den Maassstab der gegenwärtig bestehenden Verhältnisse halten wollen, leichter begreiflich finden, wenn wir zu seiner Durchführung längere Zeitfristen in Anspruch nehmen dürfen.

Da nach dem biblischen Berichte die Sonne erst am vierten Tage auftritt, so kann sie auch erst von diesem an als Regulator der Tageslänge angesehen werden; für diese zweite Hälfte des Sechstagewerkes hat aber auch die Geologie nicht nöthig, für den Tag einen längeren als 24stündigen Termin anzunehmen. Eine längere Frist erscheint der Geologie nur nothwendig für die ersten drei Tage. Aber gerade für diese ist uns der Maassstab nicht aufbewahrt worden; auch

wäre es ganz verkehrt, sie nach unserem dermaligen Zeitmesser fixiren zu wollen, da dieser für sie noch gar nicht vorhanden war. Eben deshalb aber hat die Wissenschaft ein Recht, den drei ersten Tagen eine solche Länge zuzuschreiben, wie sie dieselbe zu ihren Deduktionen nöthig hat. Jede nähere, in Ziffern ausdrückbare Zeitbestimmung ist indess der Geologie ganz unmöglich, und die Millionen von Jahren, welche von Vielen hiefür postulirt werden, beruhen, wie schon in den früheren Abschnitten mehrmals gezeigt wurde, auf Voraussetzungen, die nicht blos keine wissenschaftliche Evidenz ansprechen können, sondern im Gegentheil als völlig unhaltbar sich ausweisen. Sie fussen nämlich sämmtlich auf der Annahme, dass die Verhältnisse der Urzeit in gleicher Weise verlaufen sind wie die der Gegenwart, während zwischen beiden Zeitperioden der ungeheure Unterschied besteht, dass es sich bei letzterer blos um den Fortbestand einer bereits gegebenen Ordnung, dort aber um den Beginn und die Gestaltung einer erst erschaffenen Ordnung der Dinge handelt. Was für jene gilt, kann mit gar keiner Berechtigung auf diese übertragen werden, und wenn es gleichwohl versucht wird, so zeigt der enorme Widerspruch in den Zeitbestimmungen der Geologen die Werthlosigkeit solcher Rechnungen zur Genüge an.

Das Sechstagewerk beginnt mit der Erschaffung des Lichtes und seiner Scheidung von der Finsterniss, in welche die Erde gehüllt war. Was die Schwierigkeit anbetrifft, nämlich die Erschaffung des Lichtes vor den leuchtenden Gestirnen, so wird diese besser beim vierten Tagewerk besprochen werden. Denjenigen Erklärern, welche bei gänzlichem Mangel an Sachkenntniss gleichwohl sich nicht entblöden über den „bornirten alten Berichterstatter" zu spotten, der das Licht eher als die Sonne, die Wirkung vor der Ursache, erschaffen lasse, möge einstweilen Choulant's * Erklärung hierüber zur Beschämung über ihre Anmasslichkeit vorgehalten werden. „Nicht weniger Weisheit", sagt derselbe, „leuchtet aus der Anordnung der einzelnen Tagewerke selbst hervor. Licht ist das zuerst Hervorgerufene, das die Massen Scheidende; es tritt auf in der Schöpfung lange vorher ehe Sonne, Mond und Sterne [das Werk des vierten Tages] geschaffen werden, wie es denn auch wirklich nicht von diesen ausgeht, sondern ursprünglich ist, als Elementarfeuer allem Geschaffenen inwohnt und aus ihm entwickelt werden kann. Ein tiefer Blick in die Natur der Dinge, der oft verkannt und verlacht worden ist." Licht war nöthig als das belebende Medium zur Durchführung der Bildungsprozesse der Erde und der ganzen Sternenwelt, so wie als Vorbereitung für die am dritten Tage auftretende Pflanzenwelt. Und so spricht denn Gott das gebieterische: es werde Licht; — und es ward Licht. Nur wenig Worte, und gleichwohl ist in ihnen einer der grossartigsten Akte der Schöpfung enthalten.

---

* Die Vorwelt der organ. Wesen. S. 30.

5. Das zweite Tagwerk.

V. 6. Und Gott sprach: es werde eine Veste zwischen den Wassern und die sei ein Unterschied zwischen den Wassern. — 7. Da machte Gott die Veste und schied das Wasser unter der Veste von dem Wasser über der Veste, und es geschah also. — 8. Und Gott nannte die Veste Himmel. Da ward aus Abend und Morgen der andere Tag.

Am zweiten Tage erfolgt, unter Einwirkung des am ersten Tage geschaffenen Lichtes, die Scheidung zwischen den untern und obern Wassern, und als Scheidewand zwischen beiden Massen wird die Veste geschaffen. Im Grundtexte heisst dieses Wort *Rakia*, was Ausdehnung, Expansion bedeutet, also keineswegs den Begriff des Festen in sich schliesst, wie es nach den alten Uebersetzungen mit Veste oder Firmament den Anschein haben könnte.* Der Ausdruck Veste kann nur insofern gerechtfertigt werden, als sie die Scheidewand für die obern und untern Wasser abgiebt. Es fragt sich nun aber, was der Ausdruck Veste [*Rakia*] für eine physikalische Bedeutung habe. Hierüber bestehen zweierlei Ansichten, wonach auch die obern Wasser einen verschiedenen Werth erlangen.

Nach der einen Ansicht sind unter den obern Wassern nichts weiter als die Wolken zu verstehen, welche von den untern oder den Erdwassern durch die Veste [Himmel] d. h. durch die Atmosphäre, deren oberer Theil auch im gewöhnlichen Leben als Himmel benannt wird, geschieden werden. Nach der andern Ansicht bezeichnen die obern Wasser das Substrat, aus welchem sich der Sternenhimmel ebenso herausgebildet hat wie aus den untern Wassern die Erde. Kurtz**, der früher letzterer Meinung beipflichtete, wie ich ebenfalls, hat dieselbe jetzt aufgegeben und sich der ersten angeschlossen, welche ohnedies mit der althebräischen Anschauung, wie sie durch das ganze alte Testament hindurchgeht, übereinstimmt, wornach die Wassermassen des Himmels vom Himmelsraume wie von einem festen Gewölbe getragen werden, so dass nach bildlicher Redeweise, wenn es regnen soll, die Gitterfenster des Himmels oder die Thüren des Himmels geöffnet werden, und die Blitze das Himmelsgewölbe durchbrechen.

Auch mir scheint es jetzt annehmbarer, unter den oberhimmlischen Wassern blos die Wolken zu verstehen. Wirft man dagegen ein, dass die Scheidung der obern und untern Wasser, in letzterem Sinne, zu unbedeutend für ein ganzes Tagwerk sei, so ist dagegen zu erwiedern, dass für dasselbe die Hauptsache nicht diese Trennung, sondern die Konstituirung der Atmosphäre ist, denn nur dieser wird von Gott an diesem Tage ein besonderer Name gegeben. Die Herstellung derselben ist aber die unerlässliche Vorbedingung für die ganze

* Larsow in seiner Uebersetzung gebraucht statt Veste das Wort Gewölbe.
** A. a. O. S. 533.

organische Welt, die ohne jene gar nicht zum Bestande hätte gelangen können. Im zweiten Tagwerke ist demnach ein Grosses geschehen, indem die Erde ihre Atmosphäre erlangt und die obere und untere Wassersphäre von einander geschieden werden. In solcher Weise bereiten sich in den früheren Tagen die unerlässlichen Vorbedingungen zur Realisirung der Schöpfungen der folgenden Tage vor.

6. Das dritte Tagwerk.

> V. 9. Und Gott sprach: es sammle sich das Wasser unter dem Himmel an besondere Oerter, dass man das Trockene sehe. Und es geschah also. — 10. Und Gott nannte das Trockene Erde, und die Sammlung der Wasser nannte er Meer. Und Gott sahe, dass es gut war. — 11. Und Gott sprach: es lasse die Erde aufgehen Gras und Kraut, das sich besame; und fruchtbare Bäume, da ein jeglicher nach seiner Art Frucht trage, und habe seinen eigenen Samen bei sich selbst auf Erden. Und es geschah also. — 12. Und die Erde liess aufgehen Gras und Kraut, das sich besamete, ein jegliches nach seiner Art; und Bäume, die da Frucht trugen und ihren eigenen Samen bei sich selbst hatten, ein jeglicher nach seiner Art. Und Gott sahe, dass es gut war. — 13. Da ward aus Abend und Morgen der dritte Tag.

Das dritte Tagwerk befasst sich ausschliesslich mit der Erde und bringt ein Doppeltes zu Stande: erstens die Scheidung von Land und Wasser, und zweitens die Erschaffung der Pflanzenwelt.

I. Nachdem am ersten Tage das Licht erschaffen und unter dessen Mitwirkung am zweiten Tage die Erde mit ihrer Atmosphäre umhüllt und die obern Wasser von den untern gesondert wurden, schreitet die Erdbildung zu einem neuen Stadium vor, indem das Wasser, welches die Erdveste überfluthete, in Meere gesammelt wird, damit das Trockene erscheinen und hiemit die Aufnahme von Landbewohnern möglich gemacht werden könne.

In der ersten Auflage, in welcher ich den 1. Vers der Genesis als blose summarische Ankündigung des Schöpfungswerkes deutete, konnte ich die Bildung des Erdkörpers mit seinen Gebirgen erst mit dem ersten Tagwerk beginnen lassen und musste dann ihren Schluss in die erste Hälfte des dritten Tages, wo die Scheidung von Land und Wasser vor sich ging, verlegen. Ueberdies schloss ich die Tertiärgebirge von diesem Termine aus, indem ich sie für spätere lokale Bildungen erklärte, die erst von der zweiten Hälfte des dritten Tages ihren Anfang genommen und ihr Ende mit dem des Diluviums erreicht hätten.

Beide Annahmen habe ich jetzt bei weiterer Prüfung fallen lassen, indem ich den mir gemachten Vorwurf nicht zurückweisen konnte, dass es ein lästiger Zwang sei, die Entstehung der untergegangenen Organismen in das Sechstagewerk einzusetzen. Es ist nicht zu läugnen,

dass hiemit in letzteres etwas ganz Fremdartiges und Störendes hineingebracht wird, denn während ausserdem das Sechstagewerk von Stufe zu Stufe fortschreitet, um seinen Zielpunkt, nämlich einen für den Menschen angemessenen Wohnort herzustellen, zu erreichen, und alle Momente zu diesem Behufe wesentliche und andauernde sind, treten auf einmal bei der Annahme, dass das Entstehen und Vergehen der ältesten, in den Gebirgen begrabenen Organismen ebenfalls in diese Entwickelungsreihe falle, statt der Evolutionen Revolutionen ein, die zahllosen lebenden organischen Wesen den Untergang bereiten, und somit in eine wohlangelegte Ordnung ganz unerwartet und widernatürlich die vollständigste Disharmonie, ja statt Lebensfülle sogar den Tod bringen. Dies ist der Hauptgrund, der mich bewog meine frühere Meinung ganz aufzugeben und mich dagegen der anderer Ausleger anzuschliessen, dass die Bildung der ganzen Erdveste und ihrer Gebirge, daher auch das Entstehen und Vergehen der hierin begrabenen Organismen, in keinem Zusammenhange mit dem Sechstagewerk steht, sondern vor diesem abgelaufen ist und mit dem 1. Vers der Genesis abschliesst.

Ich nehme nunmehr aber auch die andere von mir ausgesprochene Meinung, als ob die Thier- und Pflanzenwelt der Tertiärperiode einen integrirenden Theil unserer gegenwärtigen organischen Welt ausgemacht habe, zurück. Für diese Ansicht lagen allerdings bessere Gründe vor als für die erstere, denn es besteht gar kein Zweifel, dass das organische Reich der Tertiärperiode sich eben so weit von dem der früheren Epochen entfernt, als es sich dagegen an den jetzigen Bestand der Organismen aufs innigste anschliesst, so dass es von denselben, insbesondere von den Diluvialthieren, nur durch einen gewaltsamen Riss getrennt werden kann. Gleichwohl habe ich mich zu diesem entschlossen, theils weil die Anzeichen, dass die Warmblüter, welche dem Tertiärgebirge seinen Hauptcharakter verleihen, schon in den nächstälteren Flötzgebirgen auftreten, sich immer mehr einstellen, theils und vorzüglich, weil es sich immer deutlicher erwiesen hat, dass zwischen der Plänerformation und dem Tertiärgebirge keine scharfe Grenzlinie zu ziehen ist.

Demnach betrachte ich also jetzt den Bau der Erdveste mit ihren Gebirgen [einschliesslich des Tertiärgebirges] als im 1. Vers der Genesis abgemacht, daher ausser allem Zusammenhange mit dem Sechstagewerke, das in regelmässigen Entwickelungen, ohne Rückschritte und Umwälzungen, zu seinem Endziele fortschreitet.

Welchen Zweck und welche Bedeutung jene alte Welt des organischen Lebens hatte, ist freilich gänzlich unbekannt; auf die räthselhafte Beschränkung ihrer Ueberreste auf bestimmte Gebirgsformationen habe ich schon früher aufmerksam gemacht. Dass von ihr in der Genesis gar keine Rede ist, rührt sicherlich nur davon her, dass sie nicht zur Forterhaltung bestimmt gewesen und deshalb in kein Verhältniss mit dem weit später geschaffenen Menschengeschlechte getreten ist. Die Bibel beschränkt sich in ihrem Berichte aber durchgängig

auf die unmittelbaren und nächsten Beziehungen, in welchen der Mensch zu Gott und der Welt steht, mit Hinweglassung von Allem, was in dieser Hinsicht nicht wesentlich und nothwendig ist. Es ist eine ganz irrige Ansicht, wenn man von der Bibel eine Kosmogonie erwartet, wie sie das Bedürfniss der Wissenschaft allerdings wünschen möchte; sie will lediglich dem religiösen Bedürfnisse genügen und nur in dieser Absicht den Menschen hinsichtlich seines Standpunktes orientiren. Während daher die Genesis aus der ältesten Weltperiode, wo das Menschengeschlecht noch nicht existirte, nur einige Hauptpunkte in Kürze und in den allgemeinsten Zügen andeutet, das Entstehen und Vergehen der ältesten Organismen aber gar nicht erwähnt, geht sie dagegen bei der seinem Auftreten unmittelbar vorhergehenden Pflanzen- und Thierschöpfung weit mehr ins Einzelne ein, weil diese von nun an bestimmt ist, zu ihm in die engste Beziehung zu treten.

Wenn demnach die h. Schrift uns keinen Aufschluss über die Bedeutung der ältesten organischen Wesen der Erde gewährt, so fehlt uns freilich jeder Anhaltspunkt, um hierüber eine Vermuthung auch nur mit einer Zuverlässigkeit aufzustellen. Wenn wir aber in Berücksichtigung ziehen, dass von dem ersten Auftreten dieser alten Welt des organischen Lebens an in den folgenden Perioden ihr Charakter immer mehr das Fremdartige abstreift und sich dem der gegenwärtigen Fauna und Flora annähert, bis sie zuletzt in dem Tertiärgebirge sich der gegenwärtigen Ordnung der Dinge anbequemt, so möchte man allerdings meinen, dass damit die Bedingungen gegeben gewesen seien, um nunmehr den Gipfelpunkt der ganzen Entwickelungsreihe, den Menschen, auf dem Schauplatze erscheinen zu lassen. Dass dies nicht unmittelbar erfolgte, dass vielmehr vor seinem Auftreten noch einmal die ganze organische Welt, wie wir sie aus der Tertiärperiode kennen, dem Untergange verfiel, lässt allerdings der Vermuthung Raum, dass ein in den göttlichen Schöpfungsplan feindselig eingreifendes Moment, als welches schon von den alten Theologen der Fall der vor dem Menschen erschaffenen Engel bezeichnet wird, es war, welches die im 2. Vers der Genesis geschilderte Verwüstung herbeiführte und damit eine Neuschöpfung der Pflanzen- und Thierwelt unmittelbar vor dem Auftreten des Menschen nothwendig machte.

Wir stehen hier vor Räthseln, über die uns die Wissenschaft keine Aufklärung bieten kann, und die wir demnach, da uns auch die Offenbarung nur leise Andeutungen, aber keine direkte Auskunft giebt, ungelöst liegen lassen müssen. Nur ein Punkt soll hier noch berührt werden, weil er zur Anklage wider die Bibel benutzt worden ist. Die moderne Aufklärung hat nämlich die grosse Entdeckung gemacht, dass der Tod lange vor dem Auftreten des Menschen in der Schöpfung geherrscht habe und demnach keine Folge des Sündenfalls des letzteren sei. Dieser Einwurf ist zwar an sich begründet, aber doch, insofern er gegen die Bibel gerichtet wird, völlig ungerechtfertigt, weil damit zwei verschiedene Weltordnungen konfundirt werden, von denen die erste vor den Zeiten des Menschen abgelaufen und daher

auch ausser aller Wechselbeziehung mit ihm gebracht ist. Was den Untergang dieser ersten Weltordnung mit ihrer Thierwelt herbeigeführt hat, dies hat uns die Offenbarung nicht enthüllt und die Naturwissenschaft weiss hierüber nichts zu sagen. Was dagegen die Disharmonie in den gegenwärtigen Bestand der Schöpfung gebracht hat, wissen wir mit voller Gewissheit, denn hierüber schweigt die Bibel nicht, sondern sie giebt als Grund den Fall des Menschen an, der, wie sich von selbst versteht, nur auf die gleichzeitig mit ihm auf der Erde lebenden, keineswegs aber auf die lange schon vor ihm erloschenen Geschöpfe, einen Einfluss ausüben konnte. Die Bibel aber, wie schon mehrmals erwähnt, giebt lediglich Auskunft über die dermalige Weltordnung, und in diese ist der Tod allerdings erst durch den Fall des Menschen gekommen. Die h. Schrift steht daher in keinem Widerspruche mit der Naturforschung, sondern dieser ist nur unberechtigter Weise in sie hineingetragen worden.

II. Nachdem Land und Wasser sich geschieden hatte, war Alles zur Aufnahme der organischen Welt vorbereitet. Es kann nicht zweifelhaft sein, welches Reich den Anfang zu machen hatte. Da die Thierwelt mit ihrer Nahrung unmittelbar oder mittelbar von dem Pflanzenreiche abhängig ist, so musste die Erschaffung desselben der der Thiere vorangehen. Und so war es auch; in der zweiten Hälfte des dritten Tages bedeckt sich die Erde mit der Vegetation, und was wohl zu bemerken, sie ist als samentragend zur Forterhaltung bestimmt und tritt, indem sie in grünes Kraut und in Fruchtbäume nach den beiden Hauptnutzungen unterschieden wird, zugleich in ihrer niedersten wie höchsten Ausbildung auf.

Mit diesen klaren deutlichen Angaben der Genesis stehen daher jene Ausleger im Widerspruch, welche, wie Marcel de Serres, der Meinung sind, dass die Vegetation des dritten Tages die nämliche sei, deren fossile Ueberreste in den Gebirgsschichten aufbewahrt vor uns liegen. Hiegegen sprechen zwei nicht zu beseitigende Gründe: einmal dass die fossile Flora ein allmähliges periodisches Vorschreiten von den unvollkommenen zu den vollkommenen Pflanzenbildungen nachweist, und dann, dass unter den allerältesten fossilen Ueberresten, nämlich denen des Uebergangsgebirges, die Thiere, die am dritten Schöpfungstage noch gar nicht vorhanden waren, zugleich mit den Pflanzen sich einstellen.

Marcel de Serres, dem natürlich diese Thatsachen sehr wohl bekannt waren, sucht den Widerspruch seiner Ansicht mit der Genesis aus dem Verhältniss, in welchem die ersten Landpflanzen zu den ältesten Thieren mit Luftathmung stehen, zu rechtfertigen. Er meint, dass, weil im Uebergangs- und Steinkohlengebirge die letzteren gegen die ersteren im grössten Missverhältnisse, kaum angezeigt sind, dass die Bibel nur auf dieses Uebergewicht anspiele, wenn sie die Erschaffung der Pflanzen für früher als die der Thiere betrachtet; dass es wenigstens wahrscheinlich sei, dass sie hier nicht einige isolirte Individuen dieser letzteren vor Augen hat, sondern die grosse Allgemeinheit

der Landpflanzen aus dieser Epoche im Vergleich zu der geringen Zahl von Thieren, die denselben Aufenthaltsort haben.

Es leuchtet auf den ersten Anblick ein, dass diese Erklärung nicht geeignet ist den Widerspruch zu lösen, der sich einerseits zwischen der Genesis, nach welcher die Pflanzen vor den Thieren geschaffen, und andererseits zwischen der geognostischen Thatsache, dass in den ältesten versteinerungsführenden Formationen Vegetabilien und Thiere zugleich miteinander vorkommen, ergiebt. Im Gegentheil sind solche schiefe Erklärungen nur geeignet den Gegnern der Bibel bequeme Waffen in die Hand zu geben, und sie auf den Gedanken zu leiten, als ob mit der Widerlegung der Erklärung auch der Grundtext selbst umgestossen wäre. Da die Genesis der Erschaffung der Thiere am dritten Tage nicht nur nicht gedenkt, sondern ausdrücklich sie erst am 5. und 6. Tage erfolgen lässt, so können am 3. weder viele noch wenige Thiere vorhanden gewesen sein, sondern sie haben noch ganz gefehlt: die Wasserthiere so gut als die Landthiere, welche erstere M. de Serres ohne allen Grund und ganz entgegen den klaren Schriftworten am dritten Tagwerke schon vorkommen lässt, womit bei der überwiegenden Menge, in welcher sie den wenigen Pflanzen gegenüber bereits im Uebergangsgebirge auftreten, die Thierschöpfung in der That schon am 3. Tage begonnen hätte.

In diese Verwickelung, aus der er sich nicht mehr gehörig heraushelfen konnte, ist M. de Serres gerathen, weil er die Zeit, in welcher die in den Gebirgsschichten eingehüllten Thiere und Pflanzen im lebenden Zustande sich befanden, zu spät ansetzt. Solchen Verwickelungen entgeht man, und bleibt zugleich in vollkommener ungezwungener Konkordanz mit der Genesis, sobald man der Lebenszeit dieser ältesten organischen Welt ihren rechten geschichtlichen Zeitpunkt anweist.

Den Anhaltspunkt giebt der 9. Vers, welcher aussagt, dass am 3. Tage die Scheidung des Trockenen vom Wasser, des Landes vom Meere, vor sich gegangen sei. Hiemit muss also die Bildung des Erdkörpers und seiner Oberfläche mit ihren Gebirgen bereits beendigt, die Formation der anorganischen Sphäre der Erde abgethan sein, wie denn in den beiden nachfolgenden Tagen, die noch in den Schöpfungskreis unsers Planeten hineingehören, nämlich dem 5. und 6., ausschliesslich nur von der organischen Welt die Rede ist. Für diese musste der Boden nach den eigenthümlichen Verhältnissen ihres Wohnortes, als Bewohner der Ebenen oder der Gebirge, bereits fix und fertig, das Wasser und die Atmosphäre zur Ruhe und der nothwendigen chemischen Beschaffenheit gelangt sein, bevor sie gedeihen und der verheissene Segen der Forterhaltung an ihnen in Erfüllung gehen konnte. Die Pflanzen- und Thierwelt, welche von der zweiten Hälfte des dritten Tagwerks ins Leben tritt, ist demnach eine jüngere, als die ihr vorangegangene, deren Spuren wir gegenwärtig lediglich und allein in den Gebirgsschichten, also nur im versteinerten Zustande begegnen. Die Existenz dieser ältesten Welt des organischen

Lebens ist mit der Ablagerung der Gebirgsformationen erloschen; sie steht ausser aller Beziehung zu dem gegenwärtigen organischen Bestande.

7. Das vierte Tagwerk.

> V. 14. Und Gott sprach: es werden Lichter an der Veste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht, und geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre. — 15. Und seien Lichter an der Veste des Himmels, dass sie scheinen auf Erden. Und es geschah also. — 16. Und Gott machte zwei grosse Lichter; ein grosses Licht, das den Tag regiere, und ein kleines Licht, das die Nacht regiere, dazu auch Sterne. — 17. Und Gott setzte sie an die Veste des Himmels, dass sie schienen auf die Erde. — 18. Und den Tag und die Nacht regierten, und schieden Licht und Finsterniss. Und Gott sahe, dass es gut war. — 19. Da ward aus Abend und Morgen der vierte Tag.

Wie die untere oder tellurische Sphäre am dritten Tage zu ihrer vollen Ausbildung gelangt, so die obere oder siderische am vierten Tage. Aber die obere Sphäre konsolidirt sich nicht zu einem einzigen Ganzen, sondern zerfällt in eine Menge gesonderter Körper, Lichter oder vielmehr Lichtträger, Leuchter, dazu bestimmt, mit eigenem oder geborgtem Lichte die Erde zu erleuchten und als Zeitmesser und Zeitordner zu dienen, womit übrigens darüber nicht abgesprochen sein soll, dass sie nicht auch ihre eigenen Zwecke nebenbei haben könnten.

Man hat öfters, wie früher schon erwähnt, einen Widerspruch darin finden wollen, dass in der Genesis berichtet wird, es sei das Licht bereits am ersten Tage, dagegen Sonne, Mond und Sterne erst am vierten Tage erschaffen worden. Buckland, Marcel de Serres und Andere sind daher der Meinung, dass die Sterne, als der Urquell des Lichtes, schon am Anfange [V. 1.] erschaffen worden, ihre Bestimmung für die Erde aber erst am vierten Tage erhalten hätten. Sie können sich nicht denken, dass das Licht vor der Sonne existirt haben soll, und Buckland, der die Lebensexistenz der in den Gebirgen begrabenen organischen Welt vor die Zeit des ersten Tagwerkes setzt, unterstützt seine Bedenklichkeit durch den Umstand, dass diese ältesten Thiere, als bereits mit deutlichen ausgebildeten Sehwerkzeugen versehen, des Mediums nicht hätten ermangeln können, welches allein diese Organe zur Ausübung ihrer Funktion zu befähigen im Stande war. Seine Ansicht will Buckland durch nachstehende Erklärung des Textes gerechtfertigt wissen.

„Was [vom 14 – 19. Vers] von den himmlischen Lichtern berichtet ist, scheint lediglich in Beziehung auf unsern Planeten und insbesondere auf das Menschengeschlecht gesprochen zu sein. Es wird uns nicht erzählt, dass die Substanz der Sonne und des Mondes erst am

vierten Tage ins Dasein gerufen worden wäre; der Text kann ebenfalls bezeichnen, dass diese Körper damals zugerichtet und bestimmt wurden zu gewissen Dienstleistungen von hoher Wichtigkeit für das menschliche Geschlecht: zu scheinen auf die Erde, zu regieren den Tag und die Nacht, zu geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre. Das Faktum ihrer Erschaffung ist schon im ersten Verse bezeichnet. — Wenn wir voraussetzen, dass alle himmlischen Körper und die Erde vor undenklichen, durch das Wort ,,im Anfang“ erwähnten Zeiten geschaffen worden seien, und dass die am Abend des ersten Tages beschriebene Finsterniss eine temporäre, veranlasst durch eine Anhäufung von Dünsten ,,über der Tiefe“ war, so mochte eine anfangende Zerstreuung dieser Dünste das Licht der Erde am ersten Tage wieder zugelassen haben, während die erregende Ursache des Lichts noch verborgen war; die weitere Aufklärung der Atmosphäre aber am vierten Tage mochte die Veranlassung sein, dass Sonne, Mond und Sterne an der Veste des Himmels wieder erschienen, um in ihre neuen Beziehungen zu der neu modifizirten Erde und dem Menschengeschlechte zu treten. — — Endlich ist in dem Anhange zum vierten Gebote 2. Mos. 20, 11. in Beziehung auf die sechs mosaischen Schöpfungstage, das Wort *asah* [machte] das nämliche, welches Gen. 1, 7. und 1, 16. gebraucht ist und das weniger streng und umfassend ist als *bara* [schuf]. Da es nun keineswegs nothwendig eine Schöpfung aus Nichts ausdrückt, so mag es hier zur Bezeichnung einer neuen Anordnung des vorher bereits existirenden Materials gebraucht sein.“

Auch M. de Serres fusst auf den Umstand, dass in den angezogenen Versen das Wort Machen statt Schaffen gebraucht wird, um die nämliche Erklärung wie Buckland zu geben. Allein wenn es in diesen Versen in ganz bestimmter Weise heisst: Gott sprach, es werden Lichter an der Veste des Himmels, er machte zwei grosse Lichter und die Sterne, er setzte sie an die Veste, so ist offenbar der streng wörtliche Sinn der, dass sie entweder vorher gar nicht vorhanden waren, dass sie vielmehr erst am vierten Tage ins Dasein gerufen und an ihre angewiesenen Oerter gesetzt wurden, oder, was annehmbarer erscheint, dass ,,im Anfang“ die Sterne zugleich mit der Erde erschaffen wurden, aber nicht bereits leuchtend, sondern in gleiche Finsterniss wie letztere gehüllt, und dass sie ihre Bestimmung zu Lichtträgern erst am vierten Tage erhielten. Für beide Fälle kann eine Erklärung, nach welcher die Gestirne als leuchtend bereits vorhanden, aber durch einen Nebel verdeckt gewesen wären, nicht bestehen. Wären Sonne, Mond und Sterne nur durch eine Purifikation der Atmosphäre für die Erde erst sichtbar geworden, so wären eigentlich von V. 14 — 18 lauter unpassende Ausdrücke für diesen Vorgang gebraucht worden, was natürlich weder Buckland, noch M. de Serres behaupten wollen. Zudem wird im 1. und 2. Kapitel der Genesis das Wort Schaffen mit Machen so oft vertauscht, dass eben deshalb auch in unserm 16. Vers Machen mit Schaffen gleichbedeutend zu nehmen ist.

Man darf sich versichert halten, dass beide Gelehrte nicht auf diese Erklärung gekommen wären, wenn sie nicht die Ansicht gehabt hätten, dass das am ersten Schöpfungstag ins Dasein gerufene Licht die Präexistenz der Sonne nothwendig voraussetze, dass ein Weltenlicht ohne Gestirne nicht existiren könne. In dieser Voraussetzung liegt aber der Irrthum; wie die Erfahrung lehrt, giebt es noch jetzt andere Lichtquellen als die Sonne. Wir finden in den Naturgebilden unserer Erde allenthalben ein gebundenes Licht, das nur eine äussere Ursache erwartet, um selbstthätig zu erscheinen. Ein heftiges Reiben oder Zerbrechen kann dieses gebundene Licht in harten Körpern seiner Bande entledigen; eine starke schnelle Kompression kann Luftarten zum Leuchten bringen, die Verbrennungs- und andere chemische Prozesse, die Elektrizität [in Gewittern, Nordlichtern etc.] rufen es mit Lebhaftigkeit hervor und selbst Prozesse des organischen Lebens sind öfters von einem eigenthümlichen Leuchten begleitet. Es sind dies nur Beispiele, die zeigen sollen, dass ein von der Sternenwelt unabhängiges Leuchten im Bereiche der irdischen Naturgebilde wirklich möglich ist. * Wenn es also im 3. Verse heisst: „Gott sprach, es werde Licht“, so will dies nicht bedeuten das Sternenlicht, sondern das allgemeine, noch an keine besondern Himmelskörper gebundene Lichtagens. Dieses ist es, das am ersten Tage erschaffen wird, als unumgänglich nothwendig zur weiteren Durchführung des grossen Bildungsprozesses des Universums. Als nun aber am vierten Tage die Lichtträger des Himmels erschaffen oder doch erst für ihre besondere Bestimmung zubereitet wurden, so koncentrirte sich das allgemeine Lichtagens in konkrete Centralpunkte, und die Gestirne waren es nunmehr, welche von da an in unmittelbarer, oder, wie bei unsern Planeten, in mittelbarer Lichtausstrahlung die Beleuchtung der Erde übernahmen. Wie das Wasser vor den Meeren, so ist also auch das

* Zur nähern Erläuterung führe ich aus Humboldt's Kosmos [I. S. 207] eine Aeusserung über das Nordlicht an. „Was diesem Naturphänomen seine grösste Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, dass die Erde leuchtend wird, dass ein Planet ausser dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprozesses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichtes übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenith aufsteigender Strahlung um ein Weniges das Licht des ersten Mondviertels. Bisweilen hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtprozess der Erde leitet uns auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eignen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Mond, Jupiter und die Kometen, ausser dem, durch Polariskope erkennbaren reflektirten Sonnenlichte, auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes tiefstehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserm Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung.“ — Da, wie ich hinzufüge, das Nordlicht ein intermittirendes Phänomen ist, so zeigt es uns einen von der Sonne unabhängigen Wechsel von Licht und Finsterniss, der uns einigermassen als Analogon gelten kann von dem Wechsel beider, wie er vor Erschaffung der Sonne stattfand.

Licht vor den Sternen erschaffen und erst später an diese gewiesen. *

Noch ist einigen Bedenken zu begegnen. Man hat sich daran gestossen, dass die Pflanzen vor der Sonne erschaffen wurden. Allein die Pflanzen bedürfen nur Licht und Wärme und beides war ihnen durch das Lichtagens gegeben. Damit erledigt sich auch die Frage, was denn der ältesten organischen Welt, worunter manche Thiere, wie die Ichthyosauren, Pterodaktylen, Trilobiten, mit auffallend grossen Augen versehen sind, Licht und Leben verliehen habe; insofern man nämlich ihre Existenz zugleich mit der Gebirgsbildung in das Sechstagewerk verlegen will. Setzt man aber Beides, wie es mir jetzt annehmbarer erscheint, vor Letzteres, also in den 1. Vers, so schweigt die Bibel ganz von dieser ältesten organischen Welt und giebt daher jede Meinung frei, die man sich über das leuchtende Agens der ältesten Zeitperiode machen will.

Man hat sich auch vom astronomischen Gebiete her in neuer Zeit bemüht, die biblische Zeitrechnung für unhaltbar zu erklären, indem man sich darauf berief, dass die Astronomen Sternsysteme nachgewiesen hätten, die in solcher Entfernung von uns ablägen, dass ihr Licht Millionen von Jahren bis zur Erde brauche. Nun würde aber das Alter der letzteren blos zu 6000 Jahren angesetzt, während die eben angeführten Thatsachen zeigten, dass ihr ein Alter von Millionen zustünde. Dagegen ist zu erwiedern, dass man hiebei fälschlich Alter des Menschengeschlechtes und Alter der Erde miteinander identifizirt hat; nur von ersterem, nicht von letzterem giebt uns die Bibel eine Zeitrechnung, so dass sie also ganz unberührt bleibt, wenn auch die Astronomie für den Erdkörper ein Alter von Billionen Jahren erweisen könnte. Damit wäre genug gesagt, um eine unverständige Einwendung gegen die biblische Chronologie abzuweisen; indess mag doch gestattet sein nebenbei ein Bedenken gegen die unbedingte Gültigkeit solcher Berechnungen, die nach Millionen zählen, einzubringen. Es fehlt nämlich zur Zeit hiefür noch immer an einem Beweise, der mathematische Evidenz anzusprechen hätte: ein solcher hat es bisher für die Zeitdauer, in welcher das Licht gewisser ferner Sterne uns erreichen kann, nicht über einige Jahrtausende gebracht, was darüber hinausreicht, ist unsicher. Aber auch die sicherste astronomische Berechnung muss von der Voraussetzung ausgehen, dass alle Verhältnisse, wie sie gegenwärtig im Universum bestehen, zu allen Zeiten, seitdem die Lichtströme sich ergossen, unverändert dieselben geblieben sind. Indess gerade diese Voraussetzung können wir so wenig als in allen andern früher besprochenen Fällen zulassen; wir behaupten vielmehr, dass die Verhältnisse einer Periode, in welcher aus der Nichtexistenz die Existenz, aus dem Ungestalteten das Gestaltete

* Zu nicht geringer Bestätigung dieser Darstellung gereicht die der neuern Zeit angehörige Entdeckung, dass der Sonnenkörper an und für sich dunkel, aber von einem leuchtenden Dunstkreise umgeben ist.

hervorging, wesentlich von den Verhältnissen der darauf folgenden Periode, in welcher das fix und fertig Gestaltete sich blos forterhält, verschieden sind. Dies bestätigt uns auch für den vorliegenden Fall die Bibel, indem sie uns belehrt, dass das Licht nicht erst von den Sternen ausging, sondern dass lange zuvor das Weltenlicht existirte. Bei der unbedingten Nothwendigkeit des Lichtes zur Durchführung der Schöpfungsprozesse dürfen wir aber annehmen, dass mit der Uebertragung der Beleuchtung der Erde von dem allgemeinen Lichtagens auf die besonderen Lichtträger, auch ausreichende Fürsorge dafür getroffen war, dass sie hiemit nicht alsobald in Finsterniss zurückfiel und nun Minuten, Jahrtausende und selbst Millionen von Jahren zu warten hatte, bis ein Stern nach dem andern ihr sein Licht nach den für die Jetztzeit berechneten Zeitfristen zusandte, sondern dass sie der ganzen Lichtfülle zugleich theilhaftig wurde. Ist doch das Licht ein so wunderbares Wesen, dass seine eigentliche Natur den Astronomen und Physikern noch ein völlig ungelöstes Räthsel ist.

Was Schubert* in dieser Beziehung Treffendes sagt, möge hier eine Stelle finden. „Lassen wir uns durch den Flug, den unsere leichtbewegliche Phantasie so gerne in das Gebiet des Endlosen nimmt, nicht zu weit führen. Es könnte nur ein Schatten sein, dessen Ausdehnung wir zu messen uns bemühten. — — Was wissen wir mit Sicherheit selbst von den Verhältnissen der Entfernungen, in denen die augenfälligen Sterne der verschiedenen Grössen zu unserem Sonnensysteme stehen, und was wissen wir von dem eigentlichen Wesen und Wirken des Lichtes? Ist dasselbe, seiner Natur nach mit der bildenden Seele [vegetativen Lebenskraft] verwandt, dann wird auch von jener dasselbe gelten, was von dieser gilt; sie ist eher da als der gebildete Leib, sie ist der Urgrund und Anfang von diesem. — — Wie der Zug der Schwere, ausgehend von der allerhaltenden Schöpferkraft, alle Höhen und Tiefen des leiblichen Werdens zugleich durchdrang, so kam auch diesem Zuge die Schwungkraft des Lichtes aus allen Gebieten der Sichtbarkeit entgegen. Hier war noch kein Vor und kein Nach, kein Jetzt und kein Künftig der Zeiten; wie der Weltengedanke des Schöpfers nur Einer, so war das Licht, das alle Gebiete der Sichtbarkeit durchströmte, nur Eines, bis die Sonderung und Ausgestaltung der einzelnen Glieder des Weltganzen dem Laufe des Stromes sein Bette und seine Zeiten gab."

Am vierten Tage ist es also, wo Sonne, Mond und Sterne in Beziehung zu der Erde treten; hiemit wird nun nicht nur die eigene Entwickelung der letzteren weiter gefördert, sondern sie setzt sich jetzt ebenfalls in Wechselbeziehung mit ihnen, und „Zeiten, Tage und Jahre" werden von diesem Momente an für sie und das ganze Sonnensystem nach taktfester Anordnung geregelt, wie solche noch gegenwärtig in unveränderter Gesetzmässigkeit fortbesteht.

---

* Weltgebäude S. 52.

8. Das fünfte Tagwerk.

V. 20. Und Gott sprach: es errege sich das Wasser mit webenden und lebendigen Thieren, und mit Gevögel, das auf Erden unter der Veste des Himmels fliege. 21. Und Gott schuf grosse Wallfische und allerlei Thier, das da lebet und webet, und vom Wasser erreget ward, ein jegliches nach seiner Art; und allerlei gefiedertes Gevögel, ein jegliches nach seiner Art. Und Gott sahe, dass es gut war. — 22. Und Gott segnete sie und sprach: seid fruchtbar und mehret euch, und erfüllet das Wasser im Meer; und das Gevögel mehre sich auf Erden. — 23. Da ward aus Abend und Morgen der fünfte Tag.

Von nun an, nachdem die Sternenwelt in das noch jetzt bestehende Verhältniss zur Erde getreten ist, wendet sich die heilige Erzählung lediglich den weitern Vorgängen der Schöpfungsgeschichte auf der Erde zu. Auf dieser war nunmehr Alles zur Aufnahme der Thierwelt vorbereitet: Land und Wasser geschieden, die Sonne sammt den andern Sternen erschaffen, die Oberfläche mit reicher Vegetation bedeckt. Aber noch regte sich kein Laut in den Lüften und kein Leben in den Gewässern; die älteste Thierwelt war bereits vor Beginn des Sechstagewerkes untergegangen. Da sprach Gott, es errege und erfülle sich das Wasser mit webenden und lebenden Thieren und die Luft mit Geflügel aller Art. So füllete sich das Wasser mit grossen und kleinen Wasserthieren und in den Lüften wimmelte es von geflügelten Thieren. Nicht in der Reihenfolge unserer Klasseneintheilung schritt die Thierschöpfung vorwärts, sondern nach den drei grossen Hauptbestandtheilen unsers Weltkörpers. Wasser und Luft, die beiden flüssigen Medien, wurden zuerst bevölkert; erst den folgenden Tag kamen die Landthiere nach. In jedem dieser drei Medien traten also gleichzeitig die unvollkommensten wie die höchsten Typen auf: im Wasser die Strahlthiere bis hinauf zu den Wallen, in der Luft die geflügelten Insekten bis hinauf zu den Vögeln und Fledermäusen, auf dem Lande von den landbewohnenden Schnecken und Insekten an bis hinauf zum Affen.

Wie schon erwähnt ist M. de Serres mit anderen Geologen der Meinung, als ob die vom dritten Tage an beginnende Pflanzen- und Thierschöpfung die einzige wäre, welche auf unserer Erde in die Existenz trat. Es ist dies ein grosser Irrthum, der eben deshalb nothwendig zum Widerspruche mit den Angaben der Genesis wie mit den geognostischen Thatsachen führen muss. Es ist schon bemerklich gemacht worden, wie eine solche Annahme ganz unverträglich ist mit der Erfahrung, dass in den ältesten Formationen, welche uns von der Beschaffenheit der organischen Urwelt Nachricht geben, die Thiere an Menge die Pflanzen weit überwiegen, während letztere selbst, ganz entgegen den klaren Worten der Genesis, ihrer höchsten Typen sammt und sonders entbehren, überdies ausschliesslich oder doch wenigstens

überwiegend dem Wasser angehören. Auf weitere Widersprüche kommt man bei einer solchen Annahme auch mit dem fünften Tagwerk, an dem nicht blos die Wasserthiere der untern Klassen, sondern zugleich der höchsten, der Säugthiere, auftreten. Denn wenn man selbst statt Wallfische, wie es unsere Uebersetzung giebt, lieber des Ausdrucks grosser Wasserthiere sich bedienen will, so sind doch hiemit die erstern auch einbegriffen, da die Thierschöpfung nach den unsern Planeten konstituirenden Hauptmassen fortschreitet, folglich jede gleich alle ihre Typen auf einmal erhält. Fossile Wallfische gehen aber den Uebergangs- und Flötzgebirgen ganz ab, treten erst in den Tertiärgebilden auf. Dasselbe gilt für die Vögel, denn wenn gleich ihr Flugvermögen sie aus vielen Gefahren, denen die Landthiere unterlagen, retten konnte, so dürften sie doch bei ihrer Menge den ältern Sekundärgebirgen nicht gänzlich fehlen, wie es wirklich der Fall ist; es liesse sich erwarten, dass sie wenigstens in einem ähnlichen numerischen Verhältnisse wie in den Tertiär- und Diluvialbildungen sich einstellen würden. Ueberhaupt sieht man nicht ein, wie die vom dritten Tage an ins Leben tretende organische Welt sich hätte forterhalten können, wenn mit ihr gleichzeitig das versteinerungsführende Gebirge, das denn doch einen Haupttheil der Erdoberfläche ausmacht, noch in seinem Bildungsprozesse begriffen gewesen wäre, folglich der grösste Theil der Erde noch unter Wasser gestanden haben müsste, was dann wieder nicht zu der Angabe der Genesis passt, dass mit Anbruch des dritten Tages Trockenes und Wasser geschieden worden sei.

Allen diesen Verwickelungen entgeht man, wenn man zwei Schöpfungen der organischen Welt annimmt: die eine, welche vor dem Sechstagewerk mit der Gebirgsbildung zu Ende geht, indem ihr der Segen der Forterhaltung nicht zu Theil geworden ist; die andere, welche nach der Scheidung des Landes und Wassers innerhalb des Sechstagewerkes auftritt und zur Forterhaltung bestimmt wurde.

9. Das sechste Tagwerk.

a. Die Erschaffung der Landthiere.

> V. 24. Und Gott sprach: die Erde bringe hervor lebendige Thiere, ein jegliches nach seiner Art; Vieh, Gewürm und Thiere auf Erden, ein jegliches nach seiner Art. Und es geschah also. — 25. Und Gott machte die Thiere auf Erden, ein jegliches nach seiner Art, und das Vieh nach seiner Art; und allerlei Gewürm auf Erden nach seiner Art. Und Gott sahe, dass es gut war.

Die ungeflügelten Landthiere machen den Beschluss der Thierschöpfung, nachdem die geflügelten ihnen bereits am fünften Tage voran gegangen waren. In den beiden angegebenen Versen liegt keine weitere Schwierigkeit, wohl aber im 19. Vers des 2. Kapitels, die

sonderbarer Weise bisher von den Paläontologen gar nicht beachtet worden zu sein scheint.

Nach dem ersten Kapitel der Genesis geht die Erschaffung der Thiere der des Menschen voraus, und mit letzterem endigt die Schöpfungsgeschichte. Diese Vorstellung scheint jedoch bedeutend modifizirt werden zu müssen durch den angezogenen Vers des 2. Kap., wo es nach der Erschaffung Adam's und vor der Eva's, gemäss der Larsow'schen Uebersetzung und in Uebereinstimmung mit Drechsler, heisst: „Dann bildete Jehova der Herr aus dem Erdreich alle Thiere des Feldes und alles Geflügel des Himmels und brachte sie zum Menschen, zu sehen, was er ihm zurufen würde, und alles was er ihm zurief der Mensch, dem lebendigen Wesen, das solle sein sein Name.“ Nach dieser Deutung liegt also zwischen der Erschaffung Adam's und Eva's eine sekundäre Thierschöpfung mitten inne, ja im nämlichen Kapitel dürfte sogar von einer nochmaligen Pflanzenschöpfung die Rede sein. Wir stossen hiemit, wie es scheint, auf erhebliche Widersprüche, die sich in diesem Kapitel im Vergleich mit dem vorigen finden.

In der Luther'schen Uebersetzung liegt dieser Widerspruch nicht aufgedeckt, weil sie Kap. 2, 19 also giebt: „Denn als Gott der Herr gemacht hatte allerlei Thiere etc., brachte er sie zum Menschen“, wodurch die Erschaffung der Thiere des Feldes und der Vögel nur auf Kap. 1 zurückgebracht wird. Diese Fassung des Textes ist jedoch mehr Erklärung als Uebersetzung, nicht dem strengen Wortsinne des Textes konform. * Diesem gemäss spricht Gott Kap. 2, 18, dass das Alleinsein des Menschen nicht gut sei; in Folge davon bildet er in 2, 19 die Thiere, hierauf bringt er sie zum Menschen, darnach legt ihnen der Mensch Namen bei u. s. w.; lauter Handlungen, die eher ein Schritt vor Schritt fortschreitendes Ganzes zu bilden, als durch theilweise Nachholung [in Vers 19] eine Unterbrechung des Flusses der Handlung zu gestatten scheinen.

Wir wollen versuchen, die vorliegenden Schwierigkeiten zu lösen, wobei ich jedoch im Voraus Folgendes bemerklich machen muss. Die höhere Kritik findet ihre Hauptkunst darin, Schwierigkeiten so zu vergrössern und zu verwirren, dass endlich direkte Widersprüche aus dem Texte herausgezogen werden können. Diese letzteren erwarte ich nun allerdings nicht darin zu finden, sondern traue dem Verfasser — selbst wenn es nur der berüchtigte Fragmenten-Kompilator gewesen wäre — wenigstens so viel gesunden Menschenverstand zu, dass er im zweiten Kapitel nicht dem ersten ins Angesicht widersprechen will. Ein solches Verfahren könnte, um einer Urkunde eine höhere Sanktion

---

* Obschon Ranke [Untersuch. über den Pentateuch I. S. 164] und Hävernik [Handb. der historisch.-krit. Einleit. in das alte Test. I. 1. S. 215] ebenfalls zugestehen, dass Kap. 2, 19 nach grammatikalischer Bedeutung das Verbum nicht im Plusquamperfekt steht, so deuten sie den Sinn dieses Verses doch gerade so wie Luther und andere ältere Uebersetzer.

zu verschaffen, nur ein Blödsinniger einschlagen, und noch schwächeren Geistes müssten die sein, die ihm und seinen Schriften Vertrauen schenken könnten. Ich nehme also unbedingt die Uebereinstimmung beider Kapitel an, woraus von selbst folgt, dass die Widersprüche nur scheinbar sein können.

Es ist zuerst nöthig, den Text im Zusammenhange vorzulegen, wobei ich mich für die hier in Betracht kommenden Verse der Larsow'schen Uebersetzung bedienen will, damit sie der Leser mit der Luther'schen und andern selber vergleichen kann. In Vers 1—3 des 2. Kap. wird zuerst gesagt, dass Gott sein Werk vollendet und am siebenten Tage ausgeruht habe. Dann heisst es weiter: Vers 4. „Dies ist die Ursprungsgeschichte des Himmels und der Erde, da sie geschaffen wurden; zur Zeit, da machte Jehova der Herr Erde und Himmel. 5. Und alles Gesträuch des Feldes war noch nicht auf der Erde, und alles Kraut des Feldes sprosste noch nicht, denn noch nicht hatte regnen lassen Jehova der Herr auf die Erde, und der Mensch war nicht, zu bebauen das Erdreich. 6. Und Nebel stieg auf von der Erde und bewässerte die ganze Fläche des Erdreichs. 7. Da bildete Jehova der Herr den Menschen aus Staub von dem Erdreich etc. 8. Da pflanzte Jehova der Herr einen Garten in Eden und setzte dorthin den Menschen, den er gebildet. 9. Und sprossen liess Jehova der Herr aus dem Erdreich allerlei Bäume, begehrenswerth fürs Ansehen und gut zum Essen, und den Baum des Lebens in der Mitte des Gartens, und den Baum der Erkenntniss Gutes und Böses. — — 18. Da sprach Jehova der Herr: nicht gut ist's, dass sei der Mensch allein, ich will machen ihm eine Hülfe ihm gemäss. 19. Dann bildete Jehova der Herr aus dem Erdreich alle Thiere des Feldes und alles Geflügel des Himmels, und brachte sie zum Menschen, zu sehen, was er ihm zurufen würde, und alles, was ihm zurief der Mensch, dem lebendigen Wesen, das solle sein sein Name. 20. So gab der Mensch Namen allen Thieren und dem Geflügel des Himmels und allem Thier des Feldes; aber für den Menschen fand er nicht Hülfe ihm gemäss." Nun erst wird die Erschaffung Eva's berichtet.

Zur Feststellung des Standpunktes, von welchem aus das 2. Kap. zu betrachten ist, will ich zuerst die Erklärung eines grossen Sprachkenners geben. „Der Vorwurf", sagt Drechsler, „dass Kap. 2 eine zweite, von der ersten in Kap. 1 gegebenen verschiedene Schöpfungsgeschichte enthalte, beruht auf Verkennung der Bedeutung dieses Kap. 2. Das zweite Kapitel giebt gar keine Schöpfungsgeschichte, oder hat sie wenigstens nicht zum Endzwecke, sondern es enthält alles Das, was zum Verständniss der Geschichte des Falles in Kap. 3 vorausgesetzt wird. — — Aus dem Folgenden ergiebt sich dann, dass wir den Standpunkt im sechsten Tagewerke unmittelbar vor der Schöpfung des Menschen zu nehmen haben."

Von diesem Standpunkte aus wird dann der im sprachlichen Ausdruck liegende Widerspruch ohne grosse Schwierigkeit zu beseitigen sein, und zwar lassen sich zweierlei Erklärungsversuche aufstellen.

Der eine ist von mir in der ersten Auflage folgendermassen gefasst worden. Nachdem der erste Mensch ins Dasein getreten, bedurfte er zu seiner Subsistenz eine andere Vegetation als die bisher den Thieren ihren Unterhalt gewährt hatte, und nachdem die mit seiner Erschaffung gleichzeitig fortgehende Schöpfung der Landthiere ihren Mittelpunkt in ihm gefunden, musste sie auch in andern, ihm angemesseneren Arten in dem letzten Abschnitte ihrer Bildungsthätigkeit auftreten. Zur Wohnstätte aller dieser um den Menschen sich gruppirenden Thiere und Pflanzen war der Garten Eden ausersehen. Es ist also diese Thierproduktion nicht sowohl als Nachschöpfung, sondern vielmehr als Beschluss der schon am fünften Tage begonnenen und am sechsten noch, neben der des Menschen, fortwährenden Schöpfung der Thiere zu betrachten. Erst nach der Beendigung der Thierschöpfung schliesst mit der Erschaffung Eva's der ganze Schöpfungsakt sich ab.

Die zweite und gewöhnliche Erklärung ist die, dass in beiden Kapiteln ein und dieselbe Thierschöpfung gemeint ist, dass aber im zweiten die Schöpfungsakte nicht in der streng chronologischen Reihenfolge des ersten Kapitels, sondern in der Weise, wie sie sich zum Verständniss der Geschichte des Falls im 3. Kapitel eignen, angeordnet sind. Da mit dieser Erklärung die Eigenthümlichkeit des 2. Kap. gerechtfertigt ist, so halte ich sie jetzt für diejenige, welche vor der erstgegebenen den Vorzug verdient. *

b. Die Erschaffung des Menschen.

> V. 26. Und Gott sprach: lasset uns Menschen machen, ein Bild, das uns gleich sei, die da herrschen über die Fische im Meer, und über die Vögel unter dem Himmel, und über die ganze Erde, und über alles Gewürm, das auf Erden kriecht. — 27. Und Gott schuf den Menschen ihm zum Bilde, zum Bilde Gottes schuf er ihn, und er schuf sie, ein Männlein und Fräulein. — 31. Und Gott sahe an Alles, was er gemacht hatte, und siehe da, es war sehr gut. Da ward aus Abend und Morgen der sechste Tag.

Als Alles auf der Erde vorbereitet war, um den Menschen zu empfangen, da rief ihn der Schöpfer ins Leben und zwar zuerst erschuf er Adam und alsdann aus dessen Wesen das Weib. So ist es geschehen, dass von Einem Blute aller Menschen Geschlechter auf dem ganzen Erdboden wohnen [Apstg. 17, 26].

Was sonst weiter über die Urgeschichte unsers Geschlechtes zu sagen ist, gehört dem folgenden Bande an.

---

* Meine frühere Ansicht, als ob alle unsere noch lebenden Landthiere aus der Zwischenzeit zwischen der Erschaffung Adam's und Eva's herzurühren, dagegen die unmittelbar vor diese Periode fallenden in der Sündfluth ihren Untergang gefunden zu haben schienen, muss ich jetzt als nicht haltbar aufgeben und in dieser Beziehung die Polemik von Kurtz [S. 500] als wohlbegründet anerkennen.

10. Der siebente Tag. Der Ruhetag.

Genes. 2. Vers 1. Also ward vollendet Himmel und Erde mit ihrem ganzen Heer. — 2. Und also vollendete Gott am siebenten Tage seine Werke, die er machte, und ruhete am siebenten Tage von allen seinen Werken, die er machte. — 3. Und segnete den siebenten Tag und heiligte ihn, darum, dass er an demselben geruhet hatte von allen seinen Werken, die Gott schuf und machte.

In sechs Tagwerken hat Gott der Herr Himmel und Erde vollendet, und der siebente Tag ist von ihm als festlicher Ruhetag geheiligt worden. Diesen Zeiträumen entsprechend ist die Eintheilung der Woche festgesetzt, mit ihren sechs Werktagen und dem festlichen siebenten Tag, dem Sabbath. Wie alle Zahlenbestimmungen in der Bibel beruht demnach auch die Wocheneintheilung nicht auf einer zufälligen Anordnung, sondern auf einem wesentlichen Grunde, als Erinnerung an die Zeitperioden des grossen Schöpfungsaktes.

Ueberblicken wir nochmals in aller Kürze den Verlauf der ganzen Schöpfungsgeschichte. Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde; wir setzen hinzu, dass hiemit die Erdveste mit ihren Gebirgen vollendet wurde. Dann betraf die Erde ein Zustand der Verwüstung, Verfinsterung und Ueberfluthung, über dessen Ursache uns im mosaischen Berichte kein Aufschluss gegeben wird. In diesem grauenhaften Zustande sollte die Erde nicht verbleiben, sondern der Geist Gottes schwebte belebend auf der Oberfläche der Wasser und im Sechstagewerke erfolgte ihre Wiederherstellung. Am ersten Tage spricht Gott das gebieterische Wort: es werde Licht! — und es ward Licht. Nicht im Grauen der Finsterniss sollte die Neuschöpfung beginnen, sondern im Abglanze des göttlichen Wesens, im Lichte, zugleich der Grundbedingung aller weiteren Entwickelung des chaotischen Zustandes. Am zweiten Tage wird die Atmosphäre erschaffen und die obern von den untern Wassern geschieden. Darauf erfolgt am dritten Tage die Trennung von Land und Wasser, und hernach zugleich die Erschaffung der Pflanzen. Am vierten Tage wird die Erde in Wechselbeziehung mit den Sternen versetzt, indem diese nunmehr, statt des allgemeinen Weltenlichtes, zu besondern Lichtträgern bestimmt werden. Nachdem in solcher Weise die Ausbildung der tellurischen und siderischen Sphäre vollendet und die Erdoberfläche mit Vegetation bedeckt ist, erfolgt am fünften Tage die Erschaffung der Thiere des Wassers und der Luft, und am sechsten die der Landthiere, worauf am selbigen Tage der Mensch als letztes und höchstes Glied den Schluss des ganzen Schöpfungsaktes ausmacht. Durch den ersten Sabbath, den die neugeborne Erde feierte, wurde der Mensch geheiligt zur Lösung der grossen Aufgabe, die ihm gestellt war. Den zweiten grossen Sabbath wird er feiern, wenn die *restitutio in integrum* für Erde und Himmel erfolgt sein wird.

11. Die Sündfluth.

Obwohl die Sündfluth * ihre Hauptbedeutung für die Urgeschichte des Menschen hat, so will ich sie gleichwohl hier noch in Betracht ziehen, einmal weil es sich doch fragt, ob eine Katastrophe, die in der ganzen folgenden Zeit kein Analogon hat und haben wird, vorüber gehen konnte, ohne ihre Spuren auf der Erdoberfläche zurückzulassen, und fürs Andere, weil mit der veränderten Auslegung des 1. und 2. Verses der Genesis auch der noachischen Fluth eine andere geologische Stellung als in der ersten Auflage dieses Werkes anzuweisen ist.

Als Gott nach seiner strafenden Gerechtigkeit beschlossen hatte, das Menschengeschlecht, das sich ihm in Ruchlosigkeit gänzlich entfremdet hatte und von seinem Geiste sich nicht mehr wollte weisen lassen, zu vertilgen, fand nur Noah, „ein frommer Mann und ohne Wandel", Gnade vor seinen Augen, und wurde dazu ausgewählt, der zweite Stammvater des Menschengeschlechtes zu werden. In welcher Weise nun einerseits das göttliche Strafgericht an den Menschen, andererseits die Erhaltung Noahs und seiner Familie nebst der der Landthiere ausgeführt wurde, wird in der Genesis Kap. 6 bis 8 sehr ausführlich erzählt. Ich theile aus diesem Berichte zuerst das Wesentliche mit, um alsdann naturhistorische Erläuterungen beizufügen.

Nachdem Gott festgesetzt hatte durch eine Wasserfluth alles Fleisch auf Erden, darinnen ein lebendiger Odem ist, zu verderben, erhielt Noah den Befehl, einen Kasten [Arche] zu verfertigen von 300 Ellen Länge, 50 Ellen Breite und 50 Ellen Höhe, in 3 Stockwerke abgetheilt, oben mit einem Fenster, an der Seite mit einer Thüre. In diesem Kasten sollte Noah sammt den Seinigen erhalten werden; zugleich sollte er aber auch als Aufbewahrungsort dienen für die Repräsentanten aller auf dem Trockenen lebenden Thierarten, die Paarweise eingehen sollten, und zwar von den reinen Thieren je sieben Paar, von den unreinen je ein Paar, auch vom Geflügel des Himmels je sieben Paar, „auf dass Same lebendig bleibe auf dem ganzen Erdboden." Für alle diese Thiere und für sich sollte Noah Vorräthe von aller Speise, die man isst, sammeln und in die Arche mitnehmen. Und Noah that Alles, was ihm Gott gebot. Sieben Tage vor dem Ausbruche der Fluth ging er, wie ihm geheissen war, in den Kasten

* Nach R. v. Raumer's Angabe [Delitzsch, Genesis II. S. 210] ist die Form Sündfluth neuen Ursprungs; Luther schreibt noch in seiner letzten Bibelausgabe Sindflut; *peccatum* heisst dagegen dort Sünde. Im Althochdeutschen ist die gebräuchlichere und ursprünglichere Form Sinfluot, doch findet sich daneben auch schon Sintfluot. Das Wort sin kommt nur als erster Theil von Zusammensetzungen vor, z. B. Singruna [unser immergrünes „Sinngrün"]; als Grundbedeutung von sin ergiebt sich: immer, überall, vollständig. Sinfluot oder Sintfluot ist demnach eine grosse, allgemeine, andauernde Fluth. — In dogmatischer Beziehung wird nichts geändert, ob man Sintfluth oder Sündfluth schreibt, denn sie ist Beides zugleich.

mit seinen Söhnen, seinem Weibe und seiner Söhne Weibern. Und von dem reinen Vieh und von dem unreinen, von den Vögeln, und von allem Gewürme auf Erden gingen zu ihm in den Kasten bei Paaren, je ein Männlein und Fräulein, wie ihm der Herr geboten hatte. Da nun die sieben Tage vergangen waren, kam das Gewässer der Sündfluth auf Erden. In dem 600. Jahre des Alters Noah, am 17. Tage des zweiten Monats, das ist der Tag, da aufbrachen alle Brunnen der grossen Tiefe, und thaten sich auf die Fenster des Himmels, und kam ein Regen auf Erden 40 Tage und 40 Nächte; da brach die Sündfluth herein, und die Wasser wuchsen und hoben den Kasten auf und trugen ihn empor über der Erde. Und das Gewässer nahm so sehr überhand, dass alle hohe Berge unter dem ganzen Himmel bedeckt wurden; 15 Ellen hoch ging das Gewässer über die Berge, die bedeckt wurden. Da ging alles Fleisch unter, das sich auf Erden regte, an Vögeln, an Vieh, an Thieren und an Gewürm, das kriecht auf der Erde, und an allen Menschen. Alles, was einen lebendigen Odem hatte im Trockenen, das starb. Also ward alles Lebendige auf dem Erdboden vertilgt; allein Noah blieb über und was mit ihm in dem Kasten war. Und das Gewässer stand auf Erden 150 Tage.

Da gedachte Gott an Noah und an alle Thiere, die mit ihm in dem Kasten waren, und liess Wind auf Erden kommen und die Wasser fielen; und die Brunnen der Tiefe wurden verstopfet, sammt den Fenstern des Himmels, und dem Regen vom Himmel ward gewehret. Und das Gewässer verlief sich von der Erde immerhin und nahm ab nach 150 Tagen. Am 17. Tage des 7. Monats liess sich der Kasten nieder auf das Gebirge Ararat. Es verlief sich aber das Gewässer fortan und nahm ab bis auf den 10. Monat. Am ersten Tage des 10. Monats sahen der Berge Spitzen hervor. Nach 40 Tagen that Noah das Fenster auf an dem Kasten, und liess einen Raben ausfliegen, der flog immer hin und wieder her, bis das Gewässer vertrocknete auf Erden. Darnach liess er eine Taube von sich ausfliegen, auf dass er erführe, ob das Gewässer gefallen wäre auf Erden. Da aber die Taube nicht fand, da ihr Fuss ruhen konnte, kam sie wieder zu ihm in den Kasten, denn das Gewässer war noch auf dem ganzen Erdboden. Da that er die Hand heraus und nahm sie zu sich in den Kasten. Da harrete er noch andere sieben Tage und liess abermal eine Taube aus dem Kasten; die kam zu ihm um die Vesperzeit, und siehe, ein Oelblatt hatte sie abgebrochen und trugs in ihrem Munde. Da vernahm Noah, dass das Gewässer gefallen wäre auf Erden. Aber er harrte noch andere sieben Tage und liess eine Taube ausfliegen, die kam nicht wieder zu ihm. Im 601. Jahre des Alters Noah, am ersten Tage des ersten Monats vertrocknete das Gewässer auf Erden. Da that Noah das Dach von dem Fenster und sahe, dass der Erdboden trocken war. Also ward die Erde ganz trocken am 27. Tage des zweiten Monats. Da ging Noah aus dem Kasten mit den Seinigen und mit allen Thieren, und sie erlangten den göttlichen Segen: reget euch auf Erden, und seid fruchtbar und mehret euch auf Erden.

So lautet im Wesentlichen die mosaische Erzählung. Man kann es sich leicht denken, dass die Männer der modernen Bildung ihr keinen sonderlichen Geschmack abgewinnen konnten. Noch GATTERER* konnte in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts den mosaischen Bericht in unbesorgter Weise aufnehmen. „Die Sündfluth", sagt er, „womit die endlich müde gewordene Langmuth Gottes das allgemeine Verderben bestrafte, war eine allgemeine Ueberschwemmung des ganzen Erdbodens. Man denkt nicht unphilosophisch, wenn man bei der Hervorbringung eines so grossen Gewässers ein göttliches Wunderwerk annimmt, wobei aber Gott nach seiner Gewohnheit so viele natürliche Mittelursachen, als hierzu brauchbar waren, zu Hülfe genommen hat." Von dieser Ansicht entfremdete sich aber die neuere Zeit immer mehr, und nachdem sie ein unmittelbares Eingreifen Gottes in seine Schöpfung ohnedies für unzulässig, ein Strafgericht für unnöthig ansah, musste sie von ihrem ungläubigen Standpunkte aus die Autorität der Erzählung verdächtigen, die Möglichkeit und Realität des Faktums abläugnen, das Ganze in einen Mythus umwandeln, der lokale Erscheinungen in seiner Phantasterei zu einer allgemeinen welthistorischen Begebenheit ausbeutete. Wie auf historischem und sprachlichem Wege alle die unnützen Einwendungen abgefertigt wurden, ist nicht meines Orts, hier darzulegen, wohl aber, was sich vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus über dieses grosse Ereigniss sagen lässt.

Man hat zuvörderst die Möglichkeit bestritten, dass so viel Wasser hätte zusammengebracht werden können, um alle Berge zu überdecken. Zudem wie hätte Moses wissen können, dass die Fluth über alle Berge 15 Ellen hoch gestanden hätte, da damals weder der Nevado von Sorata, noch der Dhawalagiri gemessen, ja nicht einmal gekannt waren. Selbst MARCEL DE SERRES** ist durch diese Bedenklichkeiten, so wie durch den Umstand, dass man in gewissen Gegenden fast keine Spuren von Diluvialablagerungen wahrnehme, so weit eingeschüchtert worden, dass er der mosaischen Fluth weder die Allgemeinheit noch die Höhe zugestehen will, wie sie aus dem strengen Wortsinne der alten Urkunde hervorgeht. Er meint, dass man den Ausdruck: die Fluth habe die Gipfel der höchsten Berge überragt, dahin deuten dürfe, dass darunter nur die höchsten Orte, wo die Menschen ihre Wohnungen errichtet hätten, zu verstehen seien, und dass der jüdische Gesetzgeber sich vielleicht nur deshalb so ausgedrückt, um den Juden einen heilsamen Schrecken vor dem göttlichen Strafgerichte einzuflössen, wozu noch komme, dass die orientalischen Sprachen es in der Gewohnheit haben, sich exaltirter Metaphern zu bedienen. Ich muss gestehen, dass diese Auslegung den moralischen Charakter von MOSES in ein so ungünstiges Licht stellt, dass schon deshalb sie verworfen werden müsste, selbst wenn sie nicht, wie es wirklich der Fall ist, im

---

* Handb. der Universalhistorie. S. 136.
** *Cosmogonie* p. 290.

unvereinbarsten Gegensatze mit den klaren und unzweideutigen Worten der Genesis stünde.

Was die Möglichkeit einer Wasserbedeckung, die alle Berge der Erde überfluthen könnte, anbelangt, so ist es allerdings zuzugestehen, dass nach den gegenwärtigen physikalischen Verhältnissen der Erdoberfläche und ihrer Atmosphäre zu urtheilen, diese nicht wohl geeignet erscheinen, so viel Wasser herbeizuschaffen, als zu einer solchen Fluth nöthig wäre. Wenn es nun der Physik möglich wäre, den Beweis zu liefern, dass diese Verhältnisse zu keiner Zeit sich hätten abändern können, so wäre allerdings Moses mit seinem Berichte aus dem Felde geschlagen. Aber diesen Beweis beizubringen, ist der Wissenschaft eine Unmöglichkeit, und ihr bleibt deshalb nichts Anderes übrig als zuzusehen, ob die Relation der Genesis in ihren Einzelheiten etwa Behauptungen vorbringe, die mit anerkannten und bewährten physikalischen Erfahrungen im Widerspruche stünden.

Als Ursachen der Fluth giebt die Genesis zwei an: 1) das Oeffnen der Brunnen der Tiefe, und 2) das Aufthun der Fenster des Himmels zu einem vierzigtägigen Regen. Zum Wunderwerke der Sündfluth hat sich also Gott, wie schon Gatterer bemerklich gemacht, der natürlichen Mittelursachen, die hierzu brauchbar waren, bedient. Aus dem Bergbaue ist es bekannt, wie allenthalben in den unterirdischen Teufen Wasser zuströmen, die eben deshalb den bergmännischen Betrieb mit der Tiefe so schwierig und häufig unmöglich machen. Möglich ist es deshalb, dass weiter hinab ungeheure Wasserbehälter enthalten sind.* Wenn diese durch Mittel, über welche die gegenwärtige Weltordnung nicht disponiren kann, hervorbrachen, wenn ferner durch Mittel derselben Beschaffenheit eine immense Regenbildung zu Stande kam, so kann selbst eine solche wissenschaftliche Betrachtung, die eine göttliche Kausalität nicht zulassen will, die Möglichkeit einer dadurch entstehenden totalen Ueberschwemmung nicht negiren. Eine wissenschaftliche Anschauungsweise aber, welche eine unmittelbare Leitung der Weltereignisse durch Gottes Hand anerkennt, wird um so weniger in Zweifel sein, dass der Schöpfer, der aus Nichts die Welt ins Dasein zu rufen vermochte, auch über die Mittel gebieten kann, das bereits Vorhandene so zu benützen, wie es seinen Zwecken dienlich ist; selbst wenn er sich blos in den Schranken der sogenannten Naturgesetze bewegen wollte, da ohnedies sein Wirken nur ein gesetzmässiges ist, freilich nicht nach menschlicher, sondern nur nach seiner eigenen Selbstbestimmung.

Man hat verschiedene Versuche gemacht**, auf physikalischem Wege die Herbeiführung einer solchen ungeheuern Fluth zu erklären.

---

* Vgl. Parrot's Grundr. der Physik. III. §. 209.

** Schubert's Gesch. der Natur. I. §. 35. Eben daselbst wird auch gezeigt, wie der Eintritt der Fluth nicht einer Veränderung in der Stellung der Erdachse, oder der Annäherung eines Kometen oder dem Einsinken des festen Landes und Aufsteigen des Meeresbodens zugeschrieben werden dürfe.

Wenn jedoch keine von den vorgelegten Hypothesen als ausreichend befunden werden sollte, so bleibt mir nichts Anderes übrig, als mit Schubert an jene Worte des Wandsbecker Boten zu erinnern: „dass die Gelehrten allerdings, wo sie etwas besser wissen wollen, als es die Geschichte weiss, sich auf den *Nexus rerum,* den logischen Zusammenhang der Dinge, berufen. Die Thore zu Gasa sammt ihren beiden Pfosten hatten aber auch einen festen Zusammenhang mit ihren Steingewölben und Riegeln, und ein Simson kam und hob dieselben doch aus diesem schönen Nexus heraus, und trug sie mit sich hinauf auf die Höhe des Berges von Hebron; ein Gewaltstreich, den gewiss kein Professor der Naturgeschichte in Gasa für möglich gehalten hätte."

Bei diesen und allen ähnlichen Versuchen, physikalische Erscheinungen, die nur aus den alten, nicht mehr aus den neuern Zeiten bekannt sind, auf ihre ursächlichen Momente zurückführen zu wollen, mag nachstehende Erklärung ein für allemal hier Platz finden. Die Naturwissenschaften gründen sich auf Erfahrung, und wo diese ausgeht, suchen wir uns durch Beiziehung von Analogien fortzuhelfen. Hiemit wird der Mangel der Beobachtung allerdings oft ersetzt, mitunter aber zeigen spätere Entdeckungen, dass wir auf solche Weise gewaltig fehlgegriffen haben. So z. B. ist längere Zeit hindurch der am Kap lebende Proteles für einerlei mit der gestreiften Hyäne gehalten worden; eine genauere Untersuchung jedoch zeigte, dass nicht blos diese Zusammenstellung verfehlt, sondern das Gebiss jenes kapischen Thieres eine Beschaffenheit hatte, wie etwas der Art im Voraus nimmermehr denkbar gewesen wäre. Noch vor sechzig Jahren rechneten die Physiker die Erzählungen vom Steinregen unter die Mährchen, als den Naturgesetzen durchaus widersprechend; nachdem aber ein solcher Stein einem dieser Herren fast vor der Nase herabgefallen war, sind bereits Hypothesen genug aufgestellt, um das Naturgemässe dieses Phänomens darzuthun. Von den Bienen ist es aus alten Zeiten bekannt, dass ihr Stock nur so lange Bestand hat, als eine Königin oder doch königliche Eier vorhanden sind. Nun aber geschieht es öfters, dass die Königin stirbt, bevor sie solche Eier gelegt hat; gleichwohl machte man die Erfahrung, dass nicht immer der Stock zu Grunde ging, sondern dass nach einiger Zeit unvermuthet eine neue Königin vorhanden war. Wäre es nun späteren Beobachtern nicht gelungen, diesen Hergang durch die Beobachtung auszumitteln, so ist Tausend gegen Eins zu wetten, dass alle Bienenzüchter und Naturforscher zusammen genommen auf jedes andere, nur nicht auf das von den Bienen angewandte Mittel, das allerdings ganz beispiellos ist, gerathen hätten. Diese Beispiele habe ich nur angeführt, um an ihnen zu zeigen, dass die Naturforschung, sobald sie von der Erfahrung verlassen ist, ganz auf unsicherm Boden steht, und dass alsdann die Aussprüche der Naturforscher eben so gut fehl- als richtig greifen können. Noch ist ein anderer Umstand zu erwägen. Mit zunehmender Kenntniss der Natur lernen wir immer mehr ihre Kräfte

zu unsern Zwecken zu verwenden und das früherhin Unmögliche und Unglaubliche wird dadurch zur Möglichkeit. Wer noch vor funfzig Jahren behauptet hätte, dass er in einer einzigen Zeitstunde 8 geogr. Meilen mit dem Wagen durchfahren habe, wäre als Narr verlacht und um ein Paar Jahrhunderte früher als Hexenmeister verbrannt worden. Wenn also der Mensch selbst den Umfang der ihm von seinem Schöpfer verliehenen Gewalt über die Naturkräfte noch nicht kennt, wie darf er es sich da herausnehmen, das Maximum bestimmen zu wollen, bis zu welchem die göttliche Allmacht, ja selbst nur der pantheistische Weltgeist, über die Naturgewalten disponiren könne, um mit ihnen Zwecke durchzuführen, zu denen wir uns die Mittel gegenwärtig gar nicht zu denken vermögen.

Noch ist zu bemerken, dass am Ende die Höhe der Sündfluth nur dann so übertrieben erscheint, wenn wir sie nach dem Maassstabe unsers eigenen Leibes messen; während sie im Verhältniss zur ganzen Erdmasse, gegen welche bekanntlich die Gebirge nur wie ein Nadelritz auf einem Globus erscheinen, eine unbedeutende Zugabe ausmacht. So steht die Fluth zur Erdmasse in keinem grösseren Verhältnisse als allgemein profuse Schweisse zur Körpermasse des Menschen. Wenn der Lebensprozess diese in solchem Maasse aus dem Innern hervortreiben kann, warum nicht der chemische und physikalische Prozess eine Wasserproduktion über die ganze Erdoberfläche? Das Eine ist am Ende so leicht oder so schwer als das Andere thunlich und erklärlich.

Was endlich die Einwendung gegen die Angabe der Höhe des Wasserstandes über den höchsten Bergen zu 15 Ellen betrifft, so mag die Antwort genügen, dass aus derselben Quelle, aus welcher Noah den Eintritt der Fluth erfuhr, er auch von ihrer Höhe Notiz erhalten haben wird.

Ist aber die Sündfluth naturwissenschaftlich als möglich und historisch als wirklich dargethan, so lässt sich auch erwarten, dass sie ihre Spuren auf der Erdoberfläche hinterlassen hat. Die gewaltigen Ablagerungen von Geröllen, Sand und Lehm, welche man, untermengt mit Felsblöcken und fossilen Säugthierknochen, weitverbreitet in den Ebenen wie auf den Bergen fand, konnten nur als das Werk ungeheurer Ueberschwemmungen der ältesten Zeiten gedeutet werden. Buckland befasste sich besonders mit der Erörterung dieser Verhältnisse und von ihm rührt auch der Name Diluvium für diese Schwemmgebilde her. Die Annahme, dass die Diluvialgebilde Folge der letzten grossen Ueberschwemmung, welche die Erde betroffen, seien, ist besonders durch sein berühmtes Werk: *Reliquiae diluvianae* zur Anerkennung gekommen.

Indess in späterer Zeit ist Buckland selbst von dieser Ansicht abgegangen, in so fern er die Diluvialgebilde zwar für Schwemmbildungen, aber nicht mehr für solche ansieht, die im Zusammenhange mit einer historischen Fluth ständen. Hören wir selbst seine Bedenk-

lichkeiten. „Entdeckungen", sagt Buckland*, „welche seit der Publikation der *Reliquiae diluvianae* gemacht wurden, beweisen, dass viele von den darin beschriebenen Thieren während mehr denn einer Periode, die der Katastrophe vorausgingen, durch welche sie vernichtet wurden, existirten. Daher erscheint es als wahrscheinlicher, dass das fragliche Ereigniss eher die letzte der vielen geologischen Revolutionen war, welche durch gewaltige Wasserfluthen hervorgebracht wurden, als die verhältnissmässig ruhige, in der heiligen Schrift beschriebene Ueberschwemmung. Es ist mit Recht gegen den Versuch, diese zwei grossen Geschichts- und Natur-Phänomene identifiziren zu wollen, eingewendet worden, dass, so wie das Hervorbrechen und Sinken der Wasser in der mosaischen Fluth als ein allmähliges und auf kurze Dauer beschränktes geschildert wird, sie im Vergleich eine nur geringe Veränderung an der Oberfläche des überschwemmten Landes hervorgebracht haben. Das beträchtliche Vorherrschen von ausgerotteten Arten unter den Thieren, die wir in Höhlen und in den oberflächlichen Lagern des Diluviums finden, so wie die Nichtauffindung menschlicher Knochen unter ihnen, gewährt einen andern triftigen Grund, um diese Arten einer Periode, älter als die Schöpfung des Menschen, zuzuweisen."

Wir haben nun die Argumente zu prüfen, durch welche Buckland bestimmt wurde, seine frühere Meinung, dass das Diluvium durch die letzte grosse Ueberschwemmung veranlasst wurde, zurückzunehmen, und dagegen die diluviale und noachische Fluth für zwei, in verschiedenen Zeitperioden erfolgte, Phänomene zu erklären.

Am schwächsten ist der Grund, dass die allgemeine Wasserbedeckung, von der Moses berichtet, so ruhig vor sich gegangen sei. Hier denkt sich Buckland dieses Ereigniss gewiss viel zu kleinlich. Welche Verheerungen richtet nicht der blose Durchbruch eines Sees**, oder die Ueberfluthung des festen Landes durch Einbruch des Meeres, oder ein Wolkenbruch im Hochgebirge an! Wie sollte nun eine Ueberschwemmung, die durch Aufbrechen aller Brunnen der grossen Tiefe und der Fenster des Himmels veranlasst wurde und 150 Tage lang im Steigen begriffen war, so dass sie zuletzt alle Berge überfluthete, wie sollte diese nicht gewaltige Spuren ihres Daseins auf der Oberfläche der Erde zurückgelassen haben? Dass sie nicht solche enorme Verwüstungen wie die erste Fluth angerichtet hat, lässt sich aus dem biblischen Berichte mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen; aber spurlos kann die Sündfluth unmöglich vorüber gegangen sein.

Der zweite Grund, dass mehrere Diluvialthiere nicht blos in den Diluvialgebilden, sondern ebenfalls in tiefer liegenden Formationen vorkommen, hat durch die neueren genaueren Untersuchungen fast seine ganze Beweiskraft verloren, indem, wie früher gezeigt wurde, ungemein

---

* *Geology and Mineralogy* I. p. 94.

** Ein lehrreiches Beispiel dieser Art liefert die auf S. 444 berichtete Ueberschwemmung des Thals von Bagnes.

wenige Fälle es sind, in welchen auf Identität der Arten in beiderlei Ablagerungen erkannt wurde, so dass sich höchstens daraus schliessen liesse, dass Tertiär- und Diluvialgebilde derselben geologischen Periode angehören könnten.

Der dritte von Buckland vorgebrachte Grund, dass keine den Diluvialablagerungen gleichalterigen Menschenknochen in diesen gefunden werden, würde als isolirte Thatsache kein besonderes Gewicht haben, da, wie der englische Geolog selbst bemerkt, die Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht geschlossen sind, und die bisherigen Nachforschungen, die man nur in Europa und Amerika in einigem Umfange vorgenommen hat, höchstens das Resultat liefern könnten, dass diese Kontinente zur Zeit der Sündfluth noch nicht von Menschen bewohnt gewesen seien, was mit keinem historischen Berichte im Widerspruche stehen würde. Es erlangt jedoch dieser Umstand allerdings ein weit grösseres Gewicht, wenn man ihn mit einem andern in Verbindung bringt, dass nämlich in dem Diluviallande die erloschenen Arten und Gattungen ein solches enormes Uebergewicht über diejenigen behaupten, welche mit unsern lebenden identifizirt werden könnten, dass man am Ende zweifelhaft wird, ob letztere wirklich mit ihnen identisch sind, oder nur durch ein späteres Ereigniss mit ihnen vermengt wurden.

Hiemit gehe ich aber zu Erörterungen über, die ich im Vorhergehenden schon theilweise angedeutet habe, die indess jetzt hier erst zu ihrem Abschlusse gelangen und zu einem Resultate führen, das wesentlich von dem in der ersten Auflage dieses Buches abweicht. Ich betrachte nämlich nunmehr wie Buckland die Diluvialfluth ebenfalls für verschieden von der noachischen, also jene für die ältere, diese für die jüngere Fluth, und zwar aus folgenden Gründen.

Der wichtigste folgert sich daraus, dass ich jetzt, in Uebereinstimmung mit gewichtigen Autoritäten der alten und neuen Zeit, den beiden ersten Versen der Genesis eine andere Deutung gebe als früherhin, indem ich im 1. Vers die Bildung der Erdveste mit ihren Gebirgen für abgeschlossen ansehe, und damit im 2. den Bericht finde von einer darauf erfolgten furchtbaren Verwüstung, Verfinsterung und Ueberfluthung der ganzen Erdoberfläche. Diese Ueberschwemmung, die eine ganze Ordnung der Dinge vernichtete, ist also die erste, welche die Erdoberfläche betraf, vor dem Sechstagewerke sich ereignete und ihr Andenken in den Diluvialablagerungen hinterliess. Ihr folgte das Sechstagewerk, welches zur Aufgabe hatte, aus der Verwüstung eine neue Ordnung herzustellen, Wasser und Land zu scheiden, um zu einer neuen Schöpfung von Pflanzen und Thieren und zuletzt zu der des Menschen überzugehen. Dieser Restitution und Neuschöpfung folgte aber eine zweite Fluth, die noachische, gleich der ersten universell, aber nicht in gleichem Maasse zerstörend, denn während die erste eine totale Verödung der Erdoberfläche und eine gänzliche Verlassung ihrer Bewohner herbeiführte, so liess die letzte von allen lebenden Arten Stämme zurück, von welchen die Wiederbevölkerung

der Erde erfolgte. Die erste Ueberschwemmung war zugleich eine weit gewaltigere und furchtbarere, da sie die Erde in absolute Finsterniss verhüllte, während der zweiten das Licht nicht entzogen wurde. Dies sind die beiden universellen Fluthen, von welchen die Bibel berichtet, und denen keine dritte nachgefolgt ist, indem Noah die göttliche Zusicherung erhielt, dass hinfort keine Sündfluth mehr kommen soll, welche die Erde verderbe.

Fragen wir nun, ob die Geologie im Stande ist, die Spuren solcher gewaltigen Ueberschwemmungen, die ohne Hinterlassung von Schwemmbildungen gar nicht denkbar sind, aufzuzeigen, so ist diese Frage mit aller Entschiedenheit bejahend zu beantworten. Wir haben vorhin nachgewiesen, dass in allen Welttheilen, wo deshalb nachgesucht wurde, die unverkennbarsten Spuren gewaltiger Ueberschwemmungen sich gezeigt haben. Fragen wir dann aber weiter, ob die Geologie auch im Stande ist, zwei verschiedene, in weiten Zeiträumen von einander liegende derartige Katastrophen zu unterscheiden, so muss sie eingestehen, dass sie, der Natur der Sache nach, hierauf keine sichere Antwort ertheilen kann. Wie es noch jetzt bei partiellen Ueberschwemmungen sich ereignet, dass eine spätere mit ihren Schuttmassen nicht blos die einer früheren überdeckt, sondern auch hie und da durch und durch umwühlt, so wird es auch sich bezüglich der zwei grossen allgemeinen Kataklysmen verhalten; die noachische Fluth hat mit ihren Schwemmbildungen nicht blos die der sogenannten Diluvialfluth regelmässig überlagert, sondern letztere auch häufig umgestürzt und die Trümmer beider sind in einer Weise durcheinander gemengt worden, dass die Geologie jetzt nicht mehr im Stande ist, diese durcheinander geworfenen Schuttmassen auseinander zu wirren und chronologisch zu scheiden.

Diese Vermengung ist aber auch ein Grund, warum die Paläontologie nicht mit der Sicherheit, wie es ihr ausserdem möglich wäre, zwischen beiderlei Schwemmbildungen unterscheiden kann. Nach Analogie der früheren Schöpfungsperioden zu schliessen, dürfte man erwarten, dass die Landthiere, welche ihre Ueberreste in den ersten Fluthbildungen zurückgelassen haben, durchgängig von denen der zweiten Fluth verschieden wären. Letztere fand den Menschen mit den noch jetzt lebenden Landthieren vor, wie sie im Sechstagewerk geschaffen worden waren; erstere ereignete sich vor dem letzteren, also zu einer Zeit, wo weder der Mensch noch die gegenwärtigen Landthiere existirten, folglich eine ganz andere Bevölkerung zu gewärtigen ist. Nun hat sich allerdings in den grossen Ablagerungen des Fluthlandes in allen Welttheilen eine Thierbevölkerung gezeigt, die in der überwiegendsten Majorität durchaus verschieden von der jetztlebenden und daher auch älter als diese ist; allein es hat sich doch auch eine geringe Minderzahl eingestellt, bei der, nach ihren Knochenüberresten zu schliessen, es zweifelhaft bleibt, ob man sie mit lebenden Arten identifiziren darf oder nicht, und von denen daher wenigstens ein Theil von der noachischen Fluth herrühren könnte. Da im Allgemeinen

solche Formen, die zu Arten der jetzigen Fauna gehören könnten, nicht häufig vorkommen, so scheint es, dass die Weise, in welcher die noachische Fluth vor sich ging, überhaupt weit weniger zur Aufbewahrung von Thiergerippen geeignet war als die erste, und dass dies auch der Grund ist, warum wir bisher keine, aus jener Zeit abstammenden Menschenknochen gefunden haben und vielleicht selbst nicht in den ältesten Wohnstätten unsers Geschlechtes finden werden.

Der Umstand, dass unter den Ablagerungen des Fluthlandes bisher keine Knochen von Menschen und vielleicht kaum von unsern lebenden Landthieren gefunden wurden, lässt aber auch den schon vorhin angeführten Grund zu, dass nämlich vor der Sündfluth die Verbreitung des Menschen und der noch gegenwärtig lebenden Landthiere auf Vorderasien und dessen nächste Umgebung, also auf Landstriche, die uns in paläontologischer Beziehung noch fast unbekannt sind, beschränkt war, und dass ihre Verbreitung über die ganze Erdoberfläche erst nach Ablauf der grossen Katastrophe erfolgte.

Mit der eben besprochenen Annahme aber, dass die zur Erhaltung bestimmten Thiere bereits in der Nähe, wo die Arche gebaut wurde, ihren ständigen Aufenthalt hatten, wird eine der grössten Schwierigkeiten in der Deutung der mosaischen Erzählung völlig beseitigt. Es ist nicht zu leugnen, dass, wenn unsere jetzt lebenden Landthiere bereits vor der Sündfluth nach derselben Weise wie gegenwärtig über die ganze Erdoberfläche verbreitet gewesen wären, die Zusammenbringung ihrer Art-Repräsentanten auf einen Punkt zu denjenigen Ereignissen in der Sündfluthsgeschichte gehören würde, die uns am mindesten begreiflich wären. Nicht als ob etwa der göttlichen Allmacht so etwas nicht möglich wäre, sondern, nachdem aus der ganzen Schilderung der Fluth hervorgeht, dass Gott sich hiebei nur der in der Natur bereits vorfindlichen Mittel zur Ausführung seiner Zwecke bediente, würde es uns, die wir in diesem Punkte von der Erfahrung ganz im Stiche gelassen sind, in die peinlichste Verlegenheit bringen, auf solche zu rathen, zumal, wie leicht einzusehen ist, die Zusammenbringung der Thiere weit mehr Schwierigkeiten darbietet, als ihr Auseinandergehen. Aus dieser Verlegenheit sind wir gerissen, wenn wir annehmen dürfen, dass die zur Erhaltung in der Arche bestimmten Arten bereits in der Nähe vorhanden waren und also ihre Repräsentanten leicht dem Bergungsorte zugeführt werden konnten.

Unter den verschiedenen Punkten, welche in der Geschichte der Sündfluth in Betracht kommen, hat indess keiner mehr Anstoss erregt, als die Arche und ihre Bestimmung. Durch die allgemeine Bespöttelung, welche hauptsächlich dieser Punkt erfahren musste, ist es in der That dahin gekommen, dass Viele, welche die Sündfluth noch als wirkliches Ereigniss anerkennen, wenigstens die Erzählung von der Arche als sagenhafte Ausschmückung anzusehen sich berechtigt glauben: sie finden die Arche zu klein im Verhältnisse zu den aufzunehmenden Thierstämmen und des ihnen nöthigen Speisevorrathes, und haben sonst noch allerlei andere Bedenklichkeiten, wie

sie sich allerdings ergeben, wenn in dem Kasten nur eine wandernde Menagerie nach unserer jetzt gewöhnlichen Weise gesucht wird.

Es ist mir immer lächerlich vorgekommen, in Fällen wie der derartige, wo die höchste Providenz alle Anordnungen unmittelbar einleitet, mit Messen und Zählen sich viel abmühen zu wollen, da ihr, falls die gewöhnlichen Mittel nicht ausreichen, auch aussergewöhnliche zu Gebote stehen. Um indess denen, welche bei einer solchen höhern Anordnung immer bereit sind, zu erklären: „glauben lässt sie sich wohl, aber begreifen freilich nicht", zu zeigen, dass sich bei ihr wenigstens sehr viel begreifen lässt, erlaube ich mir auf einige nähere Erläuterungen einzugehen. Ich beabsichtige hiebei freilich keineswegs die erwähnte Anordnung ausser Konnexion mit der göttlichen Kausalität zu bringen, — ohne Zuziehung derselben ist sie rein unmöglich —, aber ich glaube doch im Stande zu sein, auf einige der natürlichen Mittel, welche vielleicht hiebei in Anwendung gekommen sein dürften, aufmerksam machen zu können. Dass zunächst die in der Natur schon bereit liegenden Mittel verwendet wurden, ist mit klaren Worten im mosaischen Berichte angegeben. Gott hätte z.B. die Arche, wenn er überhaupt nicht ein anderes Bergungsmittel hätte anweisen wollen, dem Noah gleich fix und fertig übergeben können; so aber musste dieser erst mit eignen Mitteln und Kräften sie anfertigen. Eben so hätte ihm Gott den Speisevorrath zukommen lassen können; so aber muss Noah erst ihn herbeischaffen. Ja es wäre ein solcher Proviant selbst überflüssig gewesen, wenn es Gott gefallen hätte, alles Lebende in dem Kasten während der Dauer der Fluth in eine Art Winterschlaf verfallen zu lassen. Genug, es sollte dies Alles nicht stattfinden, sondern mit den natürlichen Mitteln sollte die ausserordentliche Erhaltung der in dem Kasten eingeschlossenen Thiere durchgeführt werden. Ich bin daher wohl berechtigt, den Versuch zu wagen, nachzuforschen, wie die Erhaltung der Thierwelt innerhalb der Arche mit den in der Natur bereits gegebenen Mitteln als Möglichkeit erscheinen dürfe.

Zuvörderst ist der Schrecken vor den zu grossen Zahlen einerseits, so wie vor den zu kleinen andererseits zu benehmen. Wenn man von der übergrossen Zahl von Arten hört, die unsere Kataloge aufzählen, so kann man allerdings auf den ersten Anblick in Zweifel gerathen, ob deren Repräsentanten sämmtlich in der Arche Platz gehabt hätten. Wenn man jedoch bedenkt, dass eine vollständigere Kenntniss der Lebensverhältnisse der Thiere zur Ueberzeugung führen wird, dass eine Menge angeblicher Arten nichts weiter als konstante Varietäten sein dürften, wenn man die Möglichkeit statuirt, dass gleichzeitig mit der Rassenbildung des Menschen und der Hausthiere die Urtypen der wilden Arten vielleicht in eine Mannigfaltigkeit differenter Formen sich zerschlagen haben, die wir jetzt, so lange wir nicht ihre ursprüngliche Einheit durch das Merkmal der fruchtbaren Zeugung nachzuweisen vermögen, für gesonderte Arten ansehen, so werden unter solcher Voraussetzung die grossen Zahlen schon nicht mehr so

gefährlich für den beschränkten Raum der Arche erscheinen. Dieselben werden sich aber noch mehr vermindern, wenn man nicht vergisst, dass alle Wasserthiere ausgeschlossen waren, da sie in ihrem Elemente verblieben, was übrigens nicht hindert, dass auch von ihnen ein grosser Theil zu Grunde ging, zumal da, wo Meereswasser zu sehr mit süssem, und umgekehrt, vermischt wurde. Für die Typen der eierlegenden Wasserthiere blieb aber der grosse Vortheil, dass sie in Eiern die grosse Katastrophe überstehen konnten. Aber auch nicht einmal alle Landthiere brauchten aufgenommen zu werden, da unter ihnen die eierlegenden und nicht selbst brütenden an sichern Bergungsstätten ebenfalls in Eiern ihre spezifischen Typen erhalten konnten, wie ja noch jetzt ein gut Theil der Insekten im Ei- oder auch Larven- oder Puppenzustand überwintert. Von den gigantischen Pflanzenfressern und den grossen Fleischfressern brauchten auch nicht nothwendig erwachsene Individuen aufgenommen zu werden, sondern es konnten junge, zum Theil selbst Säuglinge sein, wodurch nicht blos an Raum, sondern auch am Speisebedarf gewonnen wurde.

Man hat auch die Besorgniss gehegt, dass die Fleischfresser einen grossen Theil der Arten vernichtet haben möchten. Nimmt man die letztere so eben erwähnte Beschränkung zu Hülfe, und bedenkt man vor Allem, dass in der Arche die Thiere nicht in dem behaglichen Zustande einer Menagerie beisammen lebten, sondern dass das furchtbare Toben der Wellen und das Brausen des Sturmwindes sie mit Todesschrecken erfüllte, so wird den Fleischfressern wohl die Lust nach Raube vergangen sein, und sie werden sich mit der zugewiesenen Speise begnügt haben. Zudem waren die Thiere in Abtheilungen geschieden und da noch überdies die beiden untern Stockwerke wenig Licht gehabt haben, so wird unter so ungewöhnlichen und schauerlichen Verhältnissen allen nicht mehr Speise nöthig gewesen sein als sie zur höchsten Nothdurft erforderlich hatten. Ein Theil der kaltblütigen Thiere konnte vielleicht auch die längste Zeit in Lethargie zubringen.

Auf solche Weise, die ich nicht weiter in ihren Einzelnheiten verfolgen will, lässt sich die auf den ersten Anblick als übergross erscheinende Zahl von Thieren, deren Aufnahme dem Patriarchen Noah zugewiesen war, so bedeutend reduziren, dass die Arche für sie und ihren Speisevorrath recht wohl ausreichend gewesen sein wird. Die obwaltenden grauenhaften Umstände werden auch hingereicht haben, die Verträglichkeit unter den eingeschlossenen Thieren aufrecht zu erhalten. Dagegen wird sich diese allerdings, um dies gleich bei dieser Gelegenheit mit zu besprechen, nach dem Ausgange aus der Arche bald gelöst haben, wie denn auch Zimmermann wirklich als Einwendung gegen den mosaischen Bericht geltend macht, dass alsdann die wehrlosen Pflanzenfresser gleich von den Raubthieren aufgefressen worden wären. Dass dies, wie die Erfahrung sattsam bezeugt, nicht eingetreten ist, kann schon dadurch bewerkstelligt worden sein, dass einmal weit mehr Pflanzenfresser als Fleischfresser aus der Arche

gegangen, also die Typen von jenen mehr gesichert waren, dass ferner für die aasfressenden Raubthiere in der ersten Zeit noch mancherlei Aas vorhanden gewesen ist, während sie zugleich im Wasser, das damals noch nicht alles zurückgetreten war, ebenfalls reiche Beute fanden; überdies die grimmigsten unter den Raubthieren vielleicht im jugendlichen Zustande, also nicht in dem Maasse wie erwachsene verheerend, aus der Arche entlassen wurden, bis sie mit dem Heranwachsen ausreichende Beute an den andern Thieren, die sich mit reissender Schnelligkeit vermehrt haben werden, finden konnten.

So kann man denn, wenn man nicht gleich von vorn herein thörichter Weise alles Nachsinnens über mögliche Mittel sich begiebt, eine Menge von Schwierigkeiten beseitigen, auf die man in diesem Falle stösst.* Ich will übrigens ins Detail nicht weiter eingehen, da ich am Ende mit allem Rathen gerade die Mittel, die in Anwendung kamen, nicht treffen und es mir hiemit nicht besser ergehen könnte, als wenn ich ohne Zuziehung der Erfahrung die Vorgänge im Haushalte eines Bienenstocks angeben sollte. Genug, dass man vom naturhistorischen Standpunkte aus die Möglichkeit einsieht, wie die Erhaltung der in die Arche eingenommenen Thiere mit den gegebenen und in der Naturbeschaffenheit begründeten Mitteln ausgeführt werden konnte. Immerhin aber gestehe ich unumwunden ein, dass eine so ganz ausserordentliche Begebenheit auch nur durch unmittelbare göttliche Leitung, die allein über alle in der Natur gegebenen Mittel zu disponiren versteht, zur Wirklichkeit zu werden vermochte. Das ist vom Herrn geschehen und ein Wunder vor unsern Augen.

Zusatz. In neuerer Zeit hat sich besonders Pfaff in seiner Schöpfungsgeschichte [S. 646 u. f.] bemüht, den mosaischen Bericht von der Sündfluth als unhaltbar darzustellen und eine Menge Scheingründe gegen denselben aufgebracht, von denen ein gut Theil längst vor ihm widerlegt ist, andere sehr leicht sich widerlegen lassen, andere endlich Fragen betreffen, die überhaupt kein Mensch lösen kann. Da sein Buch selbst von Theologen, die für den Offenbarungsglauben einstehen wollen, empfohlen worden ist, andere wenigstens bedenklich geworden sind, so will ich in möglichster Kürze seine Hauptargumente prüfen, wobei ich indess diejenigen ganz übergehe, deren Ungiltigkeit schon aus dem Vorhergehenden entnommen werden kann.

Pfaff stellt gleich von vorn herein die Behauptung auf: „im Gegentheil sieht sich der Naturforscher gezwungen zu erklären: dass eine überall gleichzeitige allgemeine Wasserbedeckung der Erde, also die Sündfluth nach der bisher gewöhnlichen Auslegung des mosaischen Berichtes nicht stattgefunden haben könne und nicht stattgefunden habe.“

Zuvörderst bestreitet er die physikalische Möglichkeit, dass durch den Regen und das Oeffnen der unterirdischen Wasserbehälter eine allgemeine Wasserbedeckung der Erde hätte erfolgen können. Er be-

* Vgl. auch Silberschlag's Geogonie.

hauptet nämlich, dass die Physik zeige, „dass ein allgemeiner, auf der ganzen Erde gleichzeitig stattfindender atmosphärischer Niederschlag unter den jetzigen atmosphärischen Verhältnissen, die ja vor der Sündfluth schon existirten, unmöglich ist.“ — Man wird sich schon darüber verwundern, woher denn Pfaff weiss, dass nach der Sündfluth keine Veränderung in der Atmosphäre vor sich gegangen ist, denn Viele sind der Meinung, dass die Einsetzung des Regenbogens als Bundeszeichen wirklich auf eine solche schliessen lasse. Aber auch hievon abgesehen, so bleibt selbst die neueste Physik bei dem Ausspruche von de Luc stehen: die wahre Ursache des Regens kennt man noch nicht, und Pfaff weiss sie auch nicht, denn was er hiefür ausgiebt, sind nur Bedingungen, unter welchen ein Regen erfolgen kann.

Gegen das Oeffnen der Brunnen der Tiefe führt er die Hypothese vom Centralfeuer an, gemäss welcher schon in einer Tiefe von 10,000 bis 20,000 Fuss Siedhitze herrsche, dort also flüssiges Wasser sich nicht bis zum Einbruche der Sündfluth hätte erhalten können. Dies ist ein eclatantes Beispiel, zu welchen falschen Konsequenzen eine irrige Hypothese führt. Weiter wendet Pfaff ein, dass, wenn man auch solche Wasserbehälter zugeben wolle, man doch nicht einsehe, wie denn das Wasser aus ihnen herausgetrieben worden sei, „denn von selber geht das Wasser nicht aus der Tiefe in die Höhe.“ Man könnte darauf antworten, dass auch die Berge nicht von selber aus der Tiefe in die Höhe gehen, dass aber die neueren Geologen eine Hebungskraft entdeckt hätten, durch welche die Berge gehoben wurden, und die daher auch das Aufsteigen der unterirdischen Gewässer bewerkstelligt hat. Da ich indess eine solche Hebungskraft nicht anerkenne, so muss ich mich schon nach einer andern umsehen. Man hat verschiedene Versuche gemacht, die hebenden Kräfte der unterirdischen Wasser zu ermitteln; mit diesen mag es sich verhalten, wie ihm wolle, in letzter Instanz gilt Genes. 6, 16, wo Gott spricht: „denn siehe, ich will eine Sündfluth mit Wasser kommen lassen auf Erden.“ Man kann eben, wie schon früher gezeigt, eine Weltschöpfung und Weltregierung schlechterdings nicht konstruiren, ohne nicht als letzten Grund aller Erscheinungen Gottes Wirksamkeit anzuerkennen und auf diese sich zu berufen; ohne diese kommt man gar nicht vom Fleck. Freilich hat sich Pfaff auf mich bezogen, dass ich sehr treffend gesagt hätte, dass bei dieser grossen Katastrophe alle die schon in der Natur bereit liegenden Mittel verwendet werden sollten, allein er hat es verschwiegen, dass ich hinzufügte, „dass eine so ganz ausserordentliche Begebenheit auch nur durch unmittelbare göttliche Leitung, die allein über alle in der Natur gegebenen Mittel zu disponiren versteht, zur Wirklichkeit zu werden vermochte.“

Auch einen geologischen Beweis gegen die Annahme einer allgemeinen Wasserbedeckung der Erde bringt Pfaff bei, indem er sich auf Lyell beruft, der darauf aufmerksam gemacht habe, dass die lockern Aschenkegel auf den alten Vulkanen der Auvergne, die bereits in der Tertiärzeit, also vor der Sündfluth, sich angehäuft haben,

„unfehlbar" von den Wellen zerstört worden wären, wenn sie je unter Wasser gestanden hätten. — Ich will nicht bestreiten, dass es in der Tertiärperiode aktive Vulkane in der Auvergne mit sogenannten Aschenkegeln gegeben habe; da aber nichts veränderlicher ist als letztere und jede Eruption den Aschenkegeln eine andere Form giebt, so möchte ich doch fragen, woher Pfaff es weiss, dass, wie die vulkanische Thätigkeit jener Berge in der Tertiärzeit begonnen, sie auch in dieser geendigt habe, und dass es nicht nach der Sündfluth noch Ausbrüche gegeben habe, von denen die jetzigen Aschen- und Schlackenkegel herrühren; wobei übrigens auch noch die Unfehlbarkeit ihrer Zerstörung durch die grosse Fluth zu beweisen wäre, was sich nicht ohne Weiteres von selbst versteht, da diese Kegel noch jetzt allen Regengüssen und Orkanen trotzen.

War Pfaff schon mit der Sündfluth nicht einverstanden, so lässt sich erwarten, dass er es noch weniger mit der Arche ist, denn „die Arche selbst wäre viel zu klein zum Unterbringen sämmtlicher Thierarten, die sie aufnehmen sollte, und des dazu nöthigen Futters gewesen." Um dies zu erweisen, nimmt er den Kalkul zu Hülfe, und indem er übertriebene Ansätze macht, kommt er glücklich zum erwünschten Ziele. So z. B. setzt er das Gewicht der in die Arche eingenommenen Rinder auf das Stück zu 8 Ctr. an, und berechnet nun, wie viel Kubikfuss Heu erforderlich waren, um dieselben ein Jahr lang zu füttern. Die Rechnung ist richtig, wenn nämlich Noah 7 Paar Rinder von solchem Gewichte einnahm und sie lediglich mit Heu fütterte. Wie steht es aber, wenn Noah etwa nur 2 Paare von solchem Gewichte nahm, die andern 5 jedoch Kälber waren; ferner wenn er statt des kopiösen, aber minder ergiebigen Heufutters die quantitativ geringere, aber qualitativ weit vorzüglichere Körnerfütterung wählte? Da fällt ja dann, trotz Adam Ries, der ganze Kalkul über den Haufen. Man wird aber Noah wohl zutrauen dürfen, dass er nicht ganz blödsinnig und in der Viehzucht so unerfahren war, dass er zur Durchführung seiner Aufgabe gerade die ungeeignetsten Mittel gewählt hätte.

Weiter beweist Pfaff durch den Kalkul, dass es für Noah unmöglich war, die Thiere in der Arche sämmtlich zu versorgen. „Der Tag hat 1440 Minuten; von Säugthieren und Vögeln waren allein 18,700 Individuen da, die acht Menschen in der Arche, wenn sie auch gar nie schliefen, hatten zusammen über achtmal 1440, d. h. 11520 Minuten Zeit an einem Tage zu verfügen. Wer je nur einen Zimmervogel gehalten, oder je nur in einem Stalle war, wird ermessen können, ob $^{2}/_{3}$ Minuten, so viel kämen gerade auf ein Thier täglich, hinreichen, sie zu versorgen."

Fast möchte es überflüssig erscheinen, Einwendungen solcher Art Rede zu stehen, daher nur einige Bemerkungen. Man kann wirklich schon in einem Stalle gewesen sein und sich auch Zimmervögel gehalten haben, ohne dass man damit genöthigt wäre den Argumenten Pfaff's beizustimmen. Im Gegentheil, wer sich mit der Zucht der

Thiere im Grossen befasst, der weiss auch, dass der Zeitaufwand für die Fütterung nicht in gleichem Maasse mit der Zahl der Thiere sich mehrt. Wer viel Geflügel auf dem Hofe hat, der streut demselben das Futter massenweise hin, und wer viele Stubenvögel hält, und sie frei in einem Zimmer fliegen lässt, der setzt ihnen ein oder das andere Sortiment Universalfutter vor, aus welchem sie sich nach Belieben auswählen können. Was aber die 2000 Arten von Säugthieren und die 6500 von Vögeln anbelangt, von denen der Rechnungsansatz ausgeht, so wolle uns Pfaff zuvor den Beweis bringen, dass diese wirkliche naturgemässe Arten, und dass nicht davon ein gut Theil blose Varietäten sind; vielleicht können wir dann doch, in Verbindung mit den andern Reduktionsmitteln, es dahin bringen, um Noah mit den Seinigen zur Nachtruhe zu verhelfen.

Endlich erklärt Pfaff, dass die gegenwärtige geographische Verbreitung der Thiere unvereinbar ist mit der Annahme, dass sie von einem Punkte ausgingen; während bekanntlich andere Naturforscher sich diese Möglichkeit nicht blos für die Thiere, sondern sogar für die Pflanzen, für welche der mosaische Bericht eine solche Annahme gar nicht fordert, denken können. Die von Pfaff vorgeschützte Unvereinbarkeit muss demnach doch nicht so evident sein, als er sie ausgiebt.

Zur Rechtfertigung seiner Polemik gegen den mosaischen Bericht beruft sich Pfaff darauf, dass in diesem entschieden Alles so dargestellt sei, dass die Erhaltung der Thiere als eine, auf natürlichem Wege durch Noah vermittelte, dargestellt und durchaus nicht als auf wunderbare, unbegreifliche und übernatürliche Weise geschehend bezeichnet werde. — Wollen wir doch im mosaischen Berichte selbst nachsehen, wie es sich mit dieser Behauptung verhält.

Zuerst kündigt Gott selbst die Sündfluth 120 Jahre vor ihrem Eintritte an; dann befiehlt er Noah eine Arche zu bauen und Speisevorrath einzunehmen für sich und seine Familie und alle Thierstämme, die zur Erhaltung bestimmt waren. Zur rechten Zeit wird ihm dann abermals von Gott befohlen in die Arche einzugehen; auch fängt Noah die Thiere, die am Leben bleiben sollen, nicht erst ein, sondern sie kommen selbst zu ihm u. s. w. Noah hat allerdings die Arche zu bauen, Vorräthe aufzuhäufen und die Thiere zu füttern; aber dies Alles thut er nicht aus eigenem Ermessen, sondern auf unmittelbaren göttlichen Befehl, und die ganze Leitung geht von Gott selbst aus und wird dem Patriarchen voraus verkündigt. — Ereignet sich dagegen in der jetzigen Zeit eine grosse Ueberschwemmung, so erfolgt sie plötzlich, Niemand weiss zuvor von ihr, um Vorkehrungsmaassregeln zu treffen und somit gehen eine Menge Menschen und Thiere, die, wenn die Fluth angesagt worden wäre, hätten gerettet werden können, zu Grunde. Es findet demnach allerdings zwischen einer gegenwärtigen Ueberschwemmung und der Sündfluth ein grosser Unterschied schon in Bezug auf die dabei betheiligten Menschen und Thiere statt. Bezeichnet man daher die erste als einen natürlichen und begreiflichen

Vorgang, so wird sich im Gegensatze die zweite als ein übernatürliches und wunderbares Ereigniss darstellen.

Gestehen wir es nur unumwunden ein, dass jeder Versuch, die Allgemeinheit der Sündfluth, die Zusammenbringung und Erhaltung der Thiere in der Arche und ihre nachherige Verbreitung über den ganzen Erdboden zu erklären, ohne dabei die unmittelbare Leitung Gottes zu Hülfe zu nehmen, vollständig missglücken muss. Wir können ohne Weiteres zugeben, dass alle diese Ereignisse mit den bereits parat liegenden natürlichen Mitteln durchgeführt werden konnten; wir müssen dagegen aber auch die Nothwendigkeit einer Potenz, die im Stande war augenblicklich über alle diese Mittel zu gebieten und sie nach ihren Zwecken zu benutzen, anerkennen: diese Potenz ist Gott. Wer jedoch von Gottes unmittelbarem Eingreifen in seine Schöpfung nichts wissen will, dem muss nothwendig der ganze Bericht von der Sündfluth und ihren Folgen als ein Mährchen erscheinen. Als ein solches hat es freilich Moses nicht gedeutet wissen wollen, sondern als einen historischen Bericht, für dessen Glaubwürdigkeit sich noch weiter Christus der Herr [Matth. 24, 38. 39; Luc. 17, 26. 27] und einer seiner Apostel [1. Petr. 3, 20] selbst verbürgt haben und mit dem man daher auch nicht so obenhin umgehen darf.

Hiemit hoffe ich sattsam gezeigt zu haben, dass die von Pfaff vorgebrachten Einreden noch weit entfernt sind von der unwiderleglichen Ueberzeugungskraft, welche erforderlich ist, um gegen den mosaischen Bericht von der Allgemeinheit der Sündfluth mit Erfolg aufzutreten. Schwierigkeiten sind vorhanden und können in rabulistischer Weise gemehrt werden, aber sie bestehen nur deshalb, weil uns die Mittel zur Durchführung dieser grossen Katastrophe nicht bekannt gegeben wurden und die Mangelhaftigkeit unserer Einsicht in die Grundverhältnisse des Naturgebietes uns dieselben nicht wieder hat auffinden lassen.

Zudem giebt es manche Dinge zwischen Himmel und Erde, von denen unsere Lehrbücher nichts wissen, und welche trotzdem in die Naturordnung sich einfügen.* Nicht blos die Theologen, sondern alle gläubigen Christen können deshalb ganz getrost und wohlgemuth auf die Versuche dieser oder jener Naturforscher, die Glaubwürdigkeit biblischer Berichte zu erschüttern, blicken; zur Stunde noch ist jeder derartige Versuch aus Mangel an wissenschaftlicher Evidenz gescheitert, und dies wird, der Natur der Sache nach, auch für alle nachfolgenden der Fall sein. Der Theolog darf sie geradezu ignoriren, wenigstens so lange, bis die Naturforscher unter sich einig geworden

* Wie z. B. ein geringer Speisevorrath ergiebig gemacht werden kann, davon giebt uns das Mehl im Kad und der Oelkrug der Wittwe von Zarpath, so wie die Speisung der Fünftausende mit fünf Broden und zwei Fischen ein Beispiel, wobei es auch nur gewöhnliche Nahrungsmittel waren, die sich in so hohem Grade ausreichend bewährten. Gedachte Beispiele dürften aber wohl schon in der Arche ihre Vorgänger gehabt haben, und dann ist es freilich kein Wunder, wenn der Kalkul mit seinen Operationen fehlschlägt.

sind und bei dem raschen Wechsel ihrer Ansichten auch die Probe der Ausdauer in ihrer Uebereinstimmung bestanden haben.

12. Die Sündfluthsagen der heidnischen Völker.

Wenn sich ausserhalb des jüdischen Volkes schon von der Schöpfungsgeschichte Erinnerungen bei den heidnischen Nationen vorfinden, so lässt sich dies noch mehr von der Sündfluth erwarten, da diese den Anfängen der Völkergeschichten unmittelbar vorher gegangen ist und also leichter im Andenken behalten werden konnte. Wirklich ist sie auch bei den meisten Völkern im Gedächtniss geblieben, selbst zum Theil bei solchen, welche aus Mangel der Schreibkunst nicht fähig waren, diese Begebenheit im schriftlichen Ausdrucke zu fixiren. Diese Traditionen sind aber ein nicht geringer Beweis für die Glaubwürdigkeit des mosaischen Berichtes, und aus diesem Grunde habe ich das Wichtigste aus ihnen hier zusammengestellt.

Vergleicht man diese Sagen mit der mosaischen Ueberlieferung, so wird man in der Behandlung den gewaltigen Unterschied wahrnehmen, dass während diese im einfachen historischen Style die Begebenheit referirt, jene dagegen sie in ein mythisches Gewand hüllen. Wenn daher die moderne Kritik sich beigehen lässt zu behaupten, dass Moses seinen Bericht von indischen oder andern Sagen entlehnt und seiner volksthümlichen Anschauung gemäss nationalisirt habe, so kann eine solche Behauptung nur aus gänzlicher Verkennung des Unterschiedes im Charakter der Sage und der historischen Relation, oder aus absichtlicher Verwirrung beider Begriffe hervorgehen.

Das sagenhafte Element tritt schon gleich in der indischen Erzählung von der Sündfluth ein, obwohl man bei dem hohen Alter des indischen Volkes erwarten dürfte, dass die Erinnerung an diese Begebenheit sich getreuer an das historische Faktum hätte halten sollen. Brama erscheint dem frommen Manne Manus in Fischgestalt und nachdem sich dieser gegen jenen wohlthätig erzeigt hatte, wird ihm vom Brama der Eintritt der Sündfluth und seine Errettung in folgender Art angekündigt, wobei ich der Uebersetzung von Bopp * folge. „Als in das Meer geworfen nun jener Fisch von Manus, da sprach der Fisch zu Manus diese Rede, lächelnd gleichsam: o Glückseliger, Erhaltung hast du mir gewährt, vollkommene zumal; was, wenn die Zeit genaht, du zu thun hast, das vernimm von mir. In Kurzem, Glückseliger, wird dies irdische Feste und Bewegliche ganz und gar in Ueberschwemmung gerathen. Diese Abwaschungszeit der Geschöpfe ist nahe; darum verkündige ich dir, was dir zum höchsten Heile gereichen wird. Von dem Beweglichen und Festen, was sich reget und was sich nicht reget, dem Allen ist genahet die Zeit, die überaus schreckliche. Ein Schiff hast du zu bauen, ein festes, seil-

---

* Die Sündfluth nebst drei andern der wichtigsten Episoden des Maha-bharata. Berl. 1829.

versehenes; in dieses sollst du mit den sieben Weisen selbst hineinsteigen, und die Samen auch alle, wie sie immer genannt von den Brahmanen vormals, bringe in dieses Schiff wohlverwahret, abgesondert. Und im Schiffe seiend, sieh mir entgegen, alsdann, o Liebling der Einsiedler, werde ich nahen, gehörnt, dadurch erkennbar, o Büsser! So ist dies von dir zu machen; sei gegrüsst, ich gehe. Wahrlich, sie können nicht überschifft werden die grossen Wasser ohne mich. Nicht aber ist zu bezweifeln diese meine Rede von dir, Erhabener! Dies werde ich thun; so antwortete Manus jenem Fische. Beide gingen denn, wohin sie Lust hatten, nachdem sie Abschied genommen von einander. Manus hierauf, wie ihm gesagt war von dem Fische, die Samen mit sich nehmend alle, bestieg er das Meer, das grosswogige, in einem schönen Schiffe und gedachte jenes Fisches. Jener aber, dessen Gedanken erkennend, der Fisch gehörnt kam er herbei nun. Als ihn Manus sah, den Fisch im Wassermeere, den gehörnten, mit der verkündeten Gestalt, einem emporgestreckten Berge gleich: da band ein Seil er an des Fisches Kopf, an jenes Horn. Gebunden mit jenem Seile zog der Fisch mit grosser Schnelligkeit das Schiff fort in der Meeresfluth. Und es setzte mit jenem Schiffe der Herr der Menschen über das Meer, das tanzende mit den Wogen, das brüllende mit dem Wasser. Bewegt von starken Winden in dem grossen Meere, dem wogenden, war jenes Schiff wie ein zitterndes trunkenes Weib. Weder die Erde war sichtbar, noch die Weltgegenden oder die Zwischenpunkte; alles war Wasser nämlich, Luft und Himmel. In der so beschaffenen ganzen Welt wurden die sieben Weisen gesehen und Manus und auch der Fisch. So zog viele Reihen von Jahren jener Fisch jenes Schiff unermüdet in jener Wasserfülle. Und welches von Himavan der höchste Gipfel, dahin zog sodann das Schiff jener Fisch. Hierauf sprach langsam der Fisch zu jenen Weisen lächelnd: auf diesem Gipfel des Himavan bindet fest sogleich das Schiff. Gebunden wurde auf des Fisches Wort von jenen Weisen schnell das Schiff auf dem Gipfel des Himavan. Dieser Gipfel aber der höchste des Himavan wird Naubandhanam [d. h. Schiffsbindung] mit Namen genannt noch heute.“ — Man erkennt in dieser Sage den historischen Grund, aber auch, wie er mythenhaft entstellt ist.

Nach einer andern indischen Sage ist es der fromme König Satyavrata, auch Me-Nu genannt, dem Brama erscheint und ihm eröffnet, dass in sieben Tagen eine Weltfluth einbrechen wird. Nur er, sieben Brahminen und von jeder Thierart ein Paar sollten errettet werden, wozu Wischnu ein Schiff sandte. Der Gott schwamm in Gestalt eines gehörnten Fisches voran, und an sein Horn hatte Satyavrata durch eine Meerschlange das Schiff gebunden. Damit aber die Fluth sinken und das Erdreich emporsteigen könne, hatte sich Wischnu in einen Keuler verwandelt, der mit seinen mächtigen Hauern die Erde aufhob.*

---

* STOLBERG, Gesch. d. Relig. I. Beil. 2.

Zur Erinnerung an die Sündfluth wurde ein Fest von allen Assyriern gefeiert; wir dürfen also, wie Münter* sagt, nicht daran zweifeln, dass es nicht auch von den Babyloniern sollte begangen sein. „Ganz Assyrien strömte nämlich an einem gewissen Tage nach Hierapolis zu dem berühmten Tempel der Naturgöttin, um Meerwasser in eine im Tempel befindliche Kluft zu giessen, in welche sich die Gewässer der deukalionischen Fluth sollten verlaufen haben [Lucian, *de Dea Syria* c. 13 und 48]. Deukalion ist aber gewiss Xisuthrus, dessen Namen Lucian, selbst ein Syrer, wohl gekannt hat, aber mit dem den Griechen geläufigeren verwechselte.“ Dieser Deukalion, den Lucian den scythischen nennt, ist seiner Frömmigkeit wegen mit seinem Weibe und Kindern nebst den Paaren von allen Thieren in einem Kasten gerettet worden.

Die babylonische Sage von der Sündfluth lautet bei Berosus** folgendermassen. „Unter der Regierung des Xisuthrus ereignete sich eine grosse Ueberschwemmung. Kronos erschien dem Xisuthrus im Traume und verkündigte ihm, die Menschen würden am 15. des Monats Däsios durch eine Fluth vertilgt werden. Er befahl ihm, alle Wissenschaften und Kenntnisse der Menschen aufzuschreiben und in der Sonnenstadt Siparis niederzugraben; darauf ein Schiff zu bauen, und mit seinen Gefährten, Verwandten und nächsten Freunden dasselbe zu besteigen; auch Speise und Getränk hineinzuthun, und Thiere, Geflügel sowohl als Vierfüssige, mitzunehmen. Wenn man ihn fragte, wohin er zu reisen gedenke, solle er sagen, zu den Göttern, um ihre Gnade für die Menschen zu erflehen. Er baute ein Schiff, dem erhaltenen Befehle gemäss. Dieses war 5 Stadien lang und 2 breit.“ Nun wird weiter erzählt, „wie er Vögel ausgesendet, wie die zum dritten Male ausgeschickten nicht wiederkamen, wie er aus dem Schiff herausgegangen, die Erde angebetet und den Göttern geopfert habe, und darauf mit Gattin, Tochter und dem Steuermanne plötzlich verschwunden sei, aus dem Aether aber seinen Gefährten noch eine Ermahnung zu einem frommen Leben zugerufen habe. Sie seien ihrer Gottesfurcht wegen zu den Göttern genommen, um bei diesen zu wohnen.“

Diese Sage kommt am nächsten der mosaischen Darstellung, was aus der nahen Verwandtschaft der Babylonier und Israeliten zu erklären ist, indem beide semitischen Ursprunges sind. Xisuthrus ist der zehnte König der Babylonier wie Noah der zehnte Erzvater. Trotz der nahen Anschliessung an den mosaischen Bericht geben sich doch wieder merkliche Differenzen zu erkennen, zumal durch die mythische Verherrlichung, welche der babylonische Noah am Ende erfährt; auch die Grösse der Arche wird hier übertrieben angegeben.

Auch bei den Aegyptern, so wie im fernen Osten bei den

---

* Ebenda. S. 119.

** Religion der Babylonier. S. 67.

Chinesen und Japanern hat sich die Erinnerung an die grosse Fluth, wenn gleich in grösserer Entstellung als bei den Indiern und den heidnischen Semiten-Völkern bewahrt; bei den Chinesen und Japanern ist sogar eine Todtenfeier zum Gedächtniss der in der grossen Fluth Umgekommenen eingesetzt.

Mit der mosaischen Erzählung stimmt in den wesentlichsten Punkten die griechische Sage von Deukalion und Pyrrha überein.* Auch hier beschliesst Zeus, das Menschengeschlecht durch eine Fluth zu vertilgen; in einem Schiffe werden Deukalion und Pyrrha errettet; ebenfalls auf einem Berge [dem Parnass] lässt sich das Schiff nieder; sogar die Taube wird von Plutarch erwähnt.

Im Westen Europas hatte sich bei den Kelten ebenfalls das Andenken an die grosse Fluth erhalten. Eine allgemeine Ueberschwemmung vertilgte alle Menschen, mit Ausnahme von Dwivan und Dwivach, die in einem Schiffe ohne Segel errettet wurden und in dasselbe ein Paar von allen Arten von Thieren eingenommen hatten. **

In der Edda ist die alte Ueberlieferung schon mehr verwirrt, indem die Sündfluth das böse Riesengeschlecht, die Hrymthussen, die von Ymer abstammen, ersäuft und dann erst das gegenwärtige Weltgebäude errichtet wird. In so weit sich die Sage auf die Fluth bezieht, lautet sie folgendermassen. Börs Söhne [Odin, Vidi und Ve] tödteten Ymer und es lief so viel Blut aus ihm, dass sie darin das ganze Hrymthussen-Geschlecht ertränkten, bis auf einen, Bergelmer, der mit seiner Familie entkam, indem er mit seiner Frau ein Boot bestieg und sich dadurch rettete; von ihm stammt das neue Hrymthussen-Geschlecht. ***

Dürftig, aber gleichwohl unverkennbar, haben die Lappen das Andenken an die noachische Fluth aufbewahrt. Ihren Sagen zufolge wurde die ganze Erde unter Wasser gesetzt; alle Menschen ertranken, bis auf zwei, Bruder und Schwester, welche Gott auf den Berg Passeware versetzte. Als die Gewässer verlaufen, trennten sich die beiden Kinder, um sich umzusehen, ob ausser ihnen keine andern Menschen übrig geblieben wären. Nach drei Jahren begegneten sie sich; weil sie sich aber erkannten und als Geschwister wussten, wollten sie das Menschengeschlecht nicht fortpflanzen. Sie trennten sich daher von Neuem, und nach noch andern drei Jahren trafen sie sich wieder; doch erst nach einer dritten Trennung und Wiederfindung erkannten sie sich nicht mehr und wurden nunmehr die Stammeltern des neuen Menschengeschlechtes. †

Treten wir von da aus nach Amerika hinüber, so finden wir gleich bei den Grönländern die Sage von einer allgemeinen Fluth. Einstmal, sagen sie, sei die Erde ins Meer gesunken, oder wie ein

---

* Buttmann's Mythologus. S. 195; ferner Ovid, *Metam.* I. 260; Apollodor I. c. 7.
** Marcel de Serres, *Cosmog.* p. 184.
*** Nach der Ausgabe von Rühs. 1812.
† M. de Serres p. 191.

Kahn umgeschlagen. Alle Menschen mussten ertrinken, bis auf einen einzigen, einige seien zu Feuergeistern geworden. Der einzige Mensch, der lebend geblieben, habe hernach mit dem Stock auf die Erde geschlagen; da sei eine Frau herausgefahren, mit welcher er wieder den Erdboden bevölkert. Zum Beweise für die allgemeine Ueberschwemmung führen sie noch allerlei Ueberbleibsel von Seethieren, unter andern Wallfischknochen und die vielen Muschelschalen an, die man weit im Lande und selbst auf einem hohen Berge findet.*

Durch das übrige Amerika ist die Fluthsage sehr allgemein verbreitet und in sehr verschiedenen Modifikationen. Dass sich das Andenken hieran so lange forterhalten hat, ist hier um so mehr zu verwundern, als keines der einheimischen Völker es durch die Schrift fixiren, nur Mexikaner und Peruaner noch Bilder und plastische Denkmale zu Hülfe nehmen konnten.

Sehr merkwürdig ist es, wie sich die Erinnerung an die Fluth bei den Koloschen, einem rohen Volke der russischen Westküste Nordamerikas, das noch jetzt im Heidenthume lebt, bewahrt hat, während die Kunde von Gott sich ganz verloren, nur böse Geister gekannt sind. Die Koloschen leiten sich von einem Manne, Namens Elkh, her, der unter dem besondern Schutze des Raben, der ersten Ursache aller Dinge, stand. Bemerkenswerth ist es, dass auch bei den Bewohnern der Bai von Kenaisky und bei den Kadiaken, welche Eskimos sind, dieser Vogel eine grosse Rolle spielt. Der erste Bewohner der Erde, Kitkh-ughin-si, hatte von seiner Schwester mehrere Kinder, welche er umbrachte, damit sich das Geschlecht der Menschen nicht vermehre. Seine Macht erstreckte sich über alle Bewohner der Erde, und er strafte sie um ihre Sünden durch die Sündfluth. Er konnte jedoch nicht alle zu Grunde richten, da sich einige in Barken auf die Berggipfel flüchteten, wo man noch die Reste dieser Fahrzeuge und der Stricke, an welchen sie befestigt waren, sehen kann. **

Stämme algonquinischer Sprache berichten: ein gewisser Messu habe sich bei der Vertilgung der Menschen durch eine allgemeine Fluth gerettet. Während der Fluth habe er einen Raben abgeschickt, ihm ein wenig Erde aus dem Grunde des Meeres zu bringen. ***

Völkerschaften in der Nähe der apalachischen Gebirge erzählen: die Sonne habe einmal ihren gewöhnlichen Lauf 24 Stunden zurückgehalten. Darauf wären die Gewässer des grossen Sees Theomi dergestalt ausgetreten, dass sie auch die Gipfel der höchsten Berge bedeckt hätten; nur der Berg Olaimy sei vor der allgemeinen Ueberschwemmung bewahrt und auf ihm einige Menschen errettet worden. †

---

* Kanne's bibl. Untersuch. I. S. 52. — Cranz, Historie von Grönland. I. S. 252.

** Lutke, *voy. autour du monde.* I. p. 189.

*** Kanne a. a. O. S. 49.

† Kanne a. a. O.

Die Mexikaner haben in ihren Sagen wie in ihren Gemälden das Andenken an die Sündfluth bewahrt. „Sie sagten", wie CLAVIGERO* berichtet, „als das menschliche Geschlecht durch die Sündfluth vertilgt worden, sei nur ein Mann, Namens Coxcox [Andere nennen ihn Tlocipactli] und eine Frau, Xochiquetzal, erhalten worden, indem sie sich auf ein kleines Schiff gerettet; sie wären hernach auf dem Berge Colhuacan ans Land gestiegen und hätten daselbst eine Menge Kinder gezeugt, die alle stumm geboren worden, bis eine Taube von einem hohen Baume sie so verschiedene Sprachen gelehrt, dass sie sich untereinander nicht verstehen konnten.** Die Tlascalaner behaupteten, dass die Menschen, welche die Sündfluth überlebten, in Affen verwandelt worden, aber nach und nach sowohl Sprache als Vernunft wieder bekommen hätten."

Bei den Michuakanen, ebenfalls einer der mexikanischen Nationen, wurde, nach CLAVIGERO***, der mexikanische Coxcox mit dem Namen Tezpi bezeichnet. „Sie erzählten, es sei einst eine grosse Sündfluth gewesen, und Tezpi habe sich, um nicht zu ertrinken, mit Frau und Kindern, allerlei Thieren und verschiedenen Sämereien von Früchten auf ein Schiff, das wie ein Kasten oder eine Arche gestaltet gewesen, begeben; wie das Wasser gefallen, habe er den Vogel Aura † fliegen lassen, welcher nicht wiedergekommen, welcher sich von Aesern genährt; verschiedene nachher abgeschickte Vögel hätten sich eben so wenig wieder eingefunden, ausgenommen ein Kolibri, welcher wegen seiner mancherlei Federn sehr geschätzt ward; dieser brachte einen kleinen Zweig mit, und von dieser Familie glaubten sie durchgehends abzustammen."

Auch AL. V. HUMBOLDT wurde mit solchen Sagen bekannt; eine dieser Art ist die aus Cholula in der Provinz Puebla, nicht weit von der alten mexikanischen Hauptstadt. „Vor der grossen Ueberschwemmung im Jahre 4008 nach Erschaffung der Welt war das Land Anahuak von Riesen bewohnt. Alle diejenigen, welche nicht umkamen, wurden mit Ausnahme von sieben, die sich in Höhlen geflüchtet hatten, in Fische verwandelt. Als die Wasser abgelaufen waren, ging einer von diesen Riesen, Xelhuaz, genannt der Baumeister, nach Cholula, wo er zum Andenken an den Berg Tlaloc, der ihm und seinen sechs Brüdern zum Zufluchtsort gedient hatte, einen künstlichen Hügel von pyramidaler Form aufführte. Die Götter sahen dieses Gebäude, dessen Spitze die Wolken erreichen sollte, mit Unwillen und schleuderten, aufgebracht über Xelhuaz' Kühnheit, Feuer auf die Pyramide. Viele Arbeiter kamen um, das Werk wurde nicht fortgesetzt und man

* Gesch. von Mexiko, ins Teutsche übers. I. S. 344.

** Die Darstellung davon in den Gemälden der Mexikaner findet man bei CLAVIGERO Tab. 13.

*** A. a. O. II. S. 282.

† Ist *Vultur Aura*, der nach CLAVIGERO übrigens in Mexiko den Namen Zopilote führt; seine Hauptnahrung ist Aas.

weihte es in der Folge dem Gott der Luft.“ Das Monument liegt in Trümmern, die noch jetzt zu sehen sind. *

Auch in Südamerika haben sich solche Sagen erhalten. Bei fast allen Völkern am obern Orenoko hat AL. V. HUMBOLDT ** den Glauben angetroffen, dass zur Zeit der grossen Gewässer ihre Väter sich in Kähnen aus der allgemeinen Ueberschwemmung retten mussten. „Fragt man die Tamanaken, wie das Menschengeschlecht die grosse Sündfluth, das Zeitalter der Gewässer der Mexikaner überlebt habe, so antworten sie: ein Mann und ein Weib retteten sich auf einen hohen Berg, welcher Tamanacu heisst; sie warfen die Früchte der Mauritia-Palme über ihre Häupter rücklings, und aus den Kernen dieser Früchte sind Männer und Weiber entsprossen, welche die Erde neuerdings bevölkert haben.“ — In solcher Einfachheit wird unter gegenwärtig wilden Völkern eine Ueberlieferung angetroffen, die von den Griechen mit allem Reiz der Phantasie ausgeschmückt ist. — Man sieht daselbst oft Bilder in grosser Erhöhung an Felsmauern, die nur mittelst sehr hoher Gerüste zugänglich sein würden. „Fragt man die Ureinwohner, wie es möglich war, diese Bilder in den Felsen zu graben, so antworten sie lächelnd durch Hinweisung auf eine Thatsache, die nur einem Fremden, einem weissen Menschen, unbekannt bleiben konnte: zur Zeit der grossen Wasser seien ihre Väter in Kähnen zu jener Höhe gelangt.“

Als die alten Inkas ganz Peru unter ihre Gewalt brachten, gründeten sie ihre Berechtigung auf die Sage, dass zur Zeit der allgemeinen Ueberschwemmung ihre Vorfahren die Welt wieder bevölkert hätten, indem sieben Inkas aus der Höhle von Pakaritambo hervorgegangen seien. Der Regenbogen galt bei ihnen als Zeichen, dass die furchtbaren Ueberschwemmungen, welche die Fluth veranlassten, für immer aufgehört hätten. ***

Auf den fernen abgelegenen Südseeinseln lebt ebenfalls noch eine schwache Erinnerung an die Fluth fort. So z. B. besteht auf Woahuh, einer der Sandwichs-Inseln, folgende Sage. † „Vor viel tausend Monden fischte ein Mann im Meere, und das böse Geschick

* Die Sage, welche CLAVIGERO (II. S. 281) nicht nach eigenen Nachforschungen, sondern auf Autorität anderer Schriftsteller von den alten Einwohnern Kuba's beibringt, scheint nicht mehr ursprünglich, sondern grösstentheils aus den Mittheilungen spanischer Missionare hervorgegangen zu sein. Ein alter Mann, welcher die Sündfluth vorausgesehen, mit der Gott die Menschen strafen wollte, habe sich einen grossen Kahn gebaut und sich nebst seiner Familie und vielen Thieren darauf begeben, bei Ablauf der Fluth habe er einen Raben ausgeschickt, der nicht wiederkehrte, später eine Taube, die mit einem Zweige im Schnabel zurückkam; darauf habe der Mann sein Fahrzeug verlassen, sei von Wein trunken geworden und eingeschlafen; einer seiner Söhne habe ihn wegen seiner Entblössung verspottet, der andere liebreich ihn zugedeckt, weshalb der Mann jenen verflucht, diesen gesegnet habe. In dieser Sage ist der christliche Einfluss unverkennbar.

** Reise in die Aequinoktial-Gegenden. III. S. 406.

*** M. DE SERRES, *Cosmog.* p. 185.

† Hertha IV. S. 334.

wollte, dass er den Geist der Wasser angelte und ihn zu seinem nicht geringen Erstaunen aus der salzigen Tiefe herauszog. Gewaltig zürnte der Geist und schwur, er werde mit seinem ganzen Elemente heraufkommen und Alles überfluthen. Wirklich erfüllte er die Drohung; aber mitten in seinem Zorne gedachte er des armen Fischers, der ja unvorsätzlich gefehlt hatte, und liess ihn sammt seinem Weibe auf den Maunah-Roah, den hohen Vulkan auf Owheihih, entfliehen, wo er das Fallen der Wasser abwartete."

So reichen die Erinnerungen an die Sündfluth von einem Ende der Erde zum andern, und sie sind allerdings geeignet, unsere ganze Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. „Es gewähren", wie A. v. Humboldt * treffend bemerkt, „diese alterthümlichen Sagen des Menschengeschlechtes, die wir gleich den Trümmern eines grossen Schiffbruches über den Erdball zerstreut antreffen, dem philosophischen Forscher der Geschichte des Menschen das höchste Interesse. Wie gewisse Familien der Pflanzen, des Einflusses der Höhen und der Verschiedenheit der Klimate ungeachtet, das Gepräge eines gemeinsamen Urbildes beibehalten, so stellen auch die kosmogonischen Ueberlieferungen der Völker überall die gleichartige Gestaltung und Züge der Aehnlichkeit dar, die uns zur Bewunderung hinreissen. So mancherlei Sprachen, welche völlig vereinzelten Stämmen anzugehören scheinen, überliefern uns die nämlichen Thatsachen. Das Wesentliche der Angaben über die zerstörten Stämme und über die Erneuerungen der Natur ist nur wenig abweichend; jedes Volk aber ertheilt ihnen sein örtliches Kolorit. Auf den grossen Festlanden, wie auf den kleinsten Inseln des stillen Ozeans, ist es jedesmal der höchste und nächste Berg, auf den sich die Ueberreste des Geschlechts der Menschen gerettet haben, und das Ereigniss erscheint in dem Verhältnisse jünger, als die Völker ungebildeter sind, und als das, was sie von sich selbst wissen, auf engeren Zeitraum beschränkt ist. Wer die mexikanischen Alterthümer aus den Zeiten, welche der Entdeckung der neuen Welt vorangingen, aufmerksam erforscht, wer mit dem Innern der Wälder des Orenoko, mit der Kleinheit und Vereinzelung der europäischen Einrichtungen, und hinwieder auch mit den Verhältnissen der unabhängig gebliebenen Völkerstämme bekannt ist, der kann unmöglich versucht sein, die bemerkten Aehnlichkeiten dem Einfluss der Missionarien und des Christenthums auf die National-Ueberlieferungen zuschreiben zu wollen."

Was wollen nun alle diese Sagen, wie wir sie in der alten und neuen Welt verbreitet finden, bedeuten? Liegt ihnen irgend ein thatsächliches Ereigniss zu Grunde, oder sind sie alle nichts weiter als Erzeugnisse der spielenden Phantasie? Wenn Letzteres der Fall wäre, woher die merkwürdige Uebereinstimmung? Ueberall, wo sich die Sage nur etwas ausführlicher erhalten hat, ist es eine Sündfluth, ein

---

* A. a. O. III. S. 408.

einziges Menschenpaar, das gerettet wird, ein Schiff, das ihm als Bergungsmittel angewiesen, ein Berg, auf dem es sich niederlässt oder der doch wenigstens als Rettungsort dient, sogar der Vögel, die ausgesandt werden, ja selbst des Regenbogens ist gedacht. Bei so vielen Koinzidenzpunkten in den Sagen gänzlich von einander getrennter Völker kann diese Uebereinstimmung nicht mehr auf Rechnung des Zufalls gebracht werden, sondern sie muss auf einem positiven Grunde beruhen. Will man nun nicht annehmen, dass die Sündfluthsgeschichte eine dem Menschen angeborne Vorstellung sei, was wohl Niemand behaupten wird, so bleibt keine andere Voraussetzung zulässig als die, dass die Sündfluth ein historisches Ereigniss gewesen ist, und zwar ein solches, dass sich nicht lange vor der Zerstreuung der Völker über die Erde ereignete, und dessen Andenken daher bei den meisten sich forterhielt. Das sagenhafte und mythische Element hat sich dann freilich auch bei den heidnischen Völkern des historischen Stoffs bemächtigt und diesen entstellt; aber der mosaische Bericht mit seinem „Tagesregister aus der Arche“, wie Herder es benennt, ist eben deshalb gegeben, um das historische Faktum an und für sich, unentstellt durch mythische Zuthaten, uns zu überliefern.

Es giebt nun allerdings einzelne Völker, die das Andenken an die Sündfluth verloren haben; ja in der ganzen äthiopischen Rasse scheint sie nirgends mehr in der Erinnerung festgehalten zu werden. Der Grund davon mag bei den schwarzen Völkern hauptsächlich darin zu suchen sein, dass sie sehr frühzeitig aus aller Berührung mit den andern Rassen heraustraten, und mit dem gänzlichen Versinken in die Sinnlichkeit alle höheren Anknüpfungspunkte verloren, so zwar, dass sie von einem über ihnen waltenden guten Prinzip gar nichts mehr wissen, sondern nur von einem bösen Kenntniss haben, ja wie bei Kaffern und Hottentotten jeder Gedanke an Gott und Fortdauer der Seele entschwunden ist. So ist es nicht zu verwundern, dass in der äthiopischen Rasse mit dem Verluste der Erkenntniss eines göttlichen Wesens auch seine ältesten historischen Erinnerungen verloren gegangen sind, worin eigentlich nichts Auffallendes liegen kann, sondern vielmehr in dem gegentheiligen Umstande, dass sich unter so vielen rohen wilden Völkern, die ausser aller Kommunikation mit den Kulturvölkern standen und nur von Mund zu Mund die Kunde fortpflanzen konnten, das Andenken an eine Begebenheit, die sich vor vier Jahrtausenden ereignete, forterhalten hat.

Die Völkergeschichten stimmen demnach mit dem mosaischen Berichte überein, die Sündfluth als ein feststehendes historisches Faktum anzuerkennen.

13. Das Ende.

Wir schliessen hiemit unsere Betrachtungen über die Schöpfungsgeschichte der Erde und über den Bestand ihres Felsgebäudes. Wir haben gezeigt, dass die jetzt gewöhnliche Annahme, als ob unser Weltkörper aus dem Feuer sich gebildet habe, auf falschen oder doch

unerweisbaren Voraussetzungen beruht und daher keine wissenschaftliche Berechtigung ansprechen kann.*

Dagegen haben wir uns bemüht den Nachweis zu liefern, dass unser Weltkörper unter Vermittelung des Wassers entstanden ist und dass dann nach Abschluss seines primitiven Bildungsaktes nochmals zwei grosse allgemeine Fluthen ihn unter Wasser setzten. Seitdem ist ein Zustand der Stabilität eingetreten, der schon vor achtzehnhundert Jahren die Behauptung veranlasste, dass Alles so bleibe, wie es von Anfang der Kreatur gewesen ist [2. Petri 3, 4]. Indess auch in dieser Beziehung tritt das Buch der Offenbarung in Widerspruch mit einer solchen Weltanschauung. Es eröffnet uns nämlich, dass die gegenwärtige Weltordnung wie sie einen Anfang gehabt habe, so auch ein Ende finden solle, indem sie durch Feuer zerstört werden würde; dass aber — und hiemit mögen sich die Materialisten, die für die ewige Permanenz der Materie einstehen, trösten, — dass sie nicht wieder in das Nichts, aus dem sie heraustrat, zurückgeführt werden soll, sondern dass aus ihrer Zerstörung ein neuer Himmel und eine neue Erde in verklärter Gestalt hervorgehen werde. Damit hätte denn auch der Vulkanismus gewissermassen Berechtigung gefunden, nur dass er bisher Anfang und Ende, Vergangenheit und Zukunft miteinander verwechselt hat.

---

* Hier habe ich noch eine Bemerkung nachzuholen, die schon S. 140 hätte angebracht werden sollen. Man hat in neuerer Zeit die Hypothese von La Place, dass unser ganzes Sonnensystem mit allen seinen Gliedern aus einer Dunstmasse durch allmählige Verdichtigung und Ausscheidung zu besondern Massen sich gebildet habe, dadurch zu stützen gesucht, dass W. Herschel Nebelflecke im Uebergange zur Sternbildung wahrgenommen habe, und dass man daher noch jetzt sehen könne, wie sich aus Dunstmassen endlich Sterne gestalten. Dagegen ist zu bemerken, dass Herschel selbst weit entfernt war, diese Ansicht in der Form eines abgeschlossenen Systemes vorzutragen, und sein nicht minder berühmter Sohn, J. Herschel, obwohl er die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit nicht leugnet, dass gewisse Sterne aus dem Nebel entstehen, giebt doch andererseits auch wieder zu, dass alles Fortschreiten in dem jetzigen Zustande der Natur schon längst sein Endziel erreicht haben könne. Und anderwärts [*Report of the XV. meeting of the Brit. Association. Lond.* 1846. p. XXXVIII.] erklärt er geradezu, dass eine Uebertragung dieser Hypothese auf die Planetenbildung ein Vorgreifen über die induktive Beobachtung sei. — Eben so spricht Lamont [Ueber die Nebelflecken. Münch. 1837] das Resultat aus, es sei mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass das Weltgebäude nach einer etwa stattgehabten Bildungsperiode schon längst in den Zustand des Gleichgewichtes, des gesetzmässigen Wirkens, der Alles erhaltenden Ordnung übergegangen ist. Auch Maedler erklärt, dass noch keine einzige, feste, geschichtliche Thatsache sich zu Gunsten solcher Umwandlungen ausspreche. Und in einer neueren Arbeit [Astronomie und Erdmagnetism. 1851. S. 135 u. 110] spricht Lamont es als „volle Ueberzeugung“ aus, dass alle Nebel zuletzt als sehr entfernte Sternhaufen sich erweisen werden, und dass insbesondere durch die neuesten, mit dem Rosse'schen Riesenteleskope erhaltenen Resultate alle für die Nebeltheorie vorgebrachten Argumente im Wesentlichen entkräftet worden seien. Robinson nämlich, dem dieses Teleskop zur Verfügung gestellt ist, hält dafür, dass es am Himmel keinen einzigen wirklichen Nebelfleck im physischen Sinne gebe, sondern dass sie alle auflöslich sind und aus einzelnen Sternen bestehen. — Mit diesen abweisenden Erklärungen der Astronomen über einen Gegenstand ihres Faches vergleiche man nun die Zuversicht und Sicherheit, mit der viele neuere Geologen die Nebelhypothese als eine längst erwiesene Sache ausgeben.

„Alles deutet darauf hin", sagen wir zum Schlusse mit K. v. Raumer, „dass Wasser das herrschende Element der Vorzeit war, dessen Gewalt sich zu Ende neigt; die Macht des Feuers, des Elementes der Zukunft, aber im Wachsthum begriffen sei. Jeder Moment der Gegenwart ist ein Januskopf, der rückwärts in die Vergangenheit, vorwärts in die Zukunft schaut; in jedem solchen Momente neigen sich Kräfte früherer Zeiten zu Ende und Kräfte der Zukunft werden geboren oder wachsen heran. Hüten wir uns diese Kräfte zu verwechseln, die Schwäche des heranwachsenden Jugendlichen mit der Schwäche des Alternden, Anfang und Ende der Zeiten."

REGISTER.

A.

Absonderung 11.
Alaunerde 344.
Alaunschiefer 224.
Alaunstein 253.
Alluvium 437.
Amorphismus 4.
Amphibolit 227.
Anamesit 273.
Andesit 253.
Anhydrit 340.
Anthrazit 341.
Aphanit 228.
Asche im Zechstein 390.
—, vulkanische 309.
Aufgeschwemmtes Land 436.
Augitfels 229.
Augitporphyr 230, 241.

B.

Basalt 272, 432. Bildungsweise 277.
Basaltkonglomerat 274.
Basaltit 241.
Basalttuff 274.
Bergkalkstein 383.
Bimstein 267. Bildungsweise 271.
Blatterstein 230.
Blöcke, erratische 438.
Braunkohle 344.
Breccien 55.
Buntsandstein 393.

C.

Cambrisches System 378.
Centralfeuer 81.
Chemische Bildungen 49.
Chiastolithschiefer 224.
Chloritschiefer 224, 364.

D.

Dachschiefer 223.
Demant 341.
Devonische Formation 378.
Diabas 229.
Diceras-Kalk 410.
Diluvium 437, 524.
Diorit 227.
Dolerit 272.
Dolomit 322. Dolomitbildung 323.
Domit 252.

E.

Eisengeschlecht 356.
Eisenglimmerschiefer 225, 364.
Eisenoolith 406.
Eklogit 239.
Eocänbildung 423.
Erhebungstheorie 98.
Erzgänge 15, 40.
Euphotid 238.
Euritporphyr 245.

F.

Fallen der Schichten 13.
Feldspath-Bildung 194.
Felsit 245.
Feuerstein 417.
Findlinge 438.
Flötzgebirge 382.
Fluthland 433.

Flysch 429.
Formationen 359.

G.

Gabbro 238, 365.
Gänge 15. Gangtheorie 37.
Galt, Gault 419.
Gebirgs-Formation 359.
Gesteinsübergänge 125.
Glasite 264. Bildungsweise 268.
Gletscher-Theorie 441.
Glimmer-Bildung 194.
Glimmerschiefer 218, 363. Bildungsweise 220.
Gneiss 209, 363. Bildungsweise 211, 220.
Granit 179, 361. Bildungsweise 185.
— des Harzes 201.
Granitmarmor 428.
Granulit 212.
Graphit 341, 368. Bildungsweise 70.
Graphitschiefer 368.
Grauliegendes 388.
Graustein 253.
Grauwacke 372.
Grauwackenschiefer 372.
Greisen 179.
Griessandstein 404.
Grobkalk 426.
Grünsandstein 418.
Grünstein 226, 365. Bildungsweise 232.
Grünsteintuff 231.
Gips 339.

H.

Haselgebirge 354.
Hebungstheorie 98.
Hilsbildung 419.
Holz, bituminöses 344.
Hornblendegestein 227.
Hornblendeschiefer 227.
Hornfels 180, 202.
Hornquarzkonglomerat 57.
Hypersthenit 238.

I.

Ichniten 394.
Itakolumit 225, 364.
Jorullo 110.
Juradolomit 408.
Juraformation 400.
Juragebirge 400.
Jurakalkstein 408.

K.

Kalkglimmerschiefer 367.
Kalkgranit 189, 367.
Kalkreihe 320.
Kalkstein 320. Bildungsweise 5.
Keuper 396.
Keupermergel 397.
Keupersandstein 397.
Kieselerde, krystallinische 7, 175.
—, amorphe 7.
Kieselreihe 175.
Kieselschiefer 374.
Klingstein 262. Bildungsweise 263.
Knochenbreccien 448.
Knochenhöhlen 448.
Kochsalz 353.
Kohlenbildung 345.
Kohlenkalk 383.
Kohlenreihe 341.
Konglomerate 55.
Korallenkalk 410.
Kreideformation 416.
Kugeldiorit 228.
Kupferschiefer 389.

L.

Lager 14, 32.
Lagergänge 15.
Lagerstätten, besondere 14. Bildungsweise 32.
Lava 303.
Leberstein 394.
Lettenkohle 397.
Leuzitbildung 69.
Leuzitlava 302.
Leuzitophyr 302.
Lhorzolith 229.
Lias 402.
Liassandstein 404.
Lithograph. Schiefer 411.
Löss 451.

M.

Magnetismus d. Erde 94.
Magneteisen 210, 357.
Mandelstein 242, 274.
Marmor 365, 374.
Mechanische Bildungen 49.
Mehlbatzen 395.
Melaphyr 241. Bildungsweise 243.
Mergel 321.
Mergelschiefer, bituminöser 389.
Metamorphismus 130, 221.
Miaskit 180.
Miocänbildung 423.
Molasse 429.
Mühlsteinporphyre 252.
Muschelkalk 395.

N.

Nagelfluh 429.
Nebeltheorie 140, 545.
Neokombildung 419.
Nephelindolerit 272.

Neptunismus 142.
Nester 14.
Nummulitenformation 427.

O.

Obsidian 266. Bildungsweise 270.
Olivinbildung 69.
Omphazitfels 239, 365.
Oolith 413.
Opal 7.

P.

Palagonittuff 294.
Paulitfels 238, 365.
Pausilittuff 268.
Pechkohle 344.
Pechstein 264. Bildungsweise 270.
Pegmatit 179.
Peperino 274.
Perlit 265.
Perlstein 265. Bildungsweise 270.
Permische Formation 387.
Phonolith 262.
Plänerformation 416.
Pliocänbildung 423.
Porphyr 245, 364. Bildungsweise 248.
Porphyrschiefer 262.
Porphyrit 241.
Portlandkalk 415.
Porzellanjaspis 344.
Protogin 180.
Purbekkalk 415.

Q.

Quadersandstein 418.
Quartäre Bildung 436.
Quarz 176. Bildungsweise 62.
Quarzfels 216, 365.
Quarzit 216.

R.

Rauchwacke 390.
Rauhkalk 390.
Reibungskonglomerate 59.
Röth 394.
Röthelschiefer 388.
Rothliegendes 387.
Rutschflächen 61.

S.

Salbänder 15.
Salzgebirge 353.
Salzthon 354.
Sandstein 318. Bildungsweise 51.
Schalstein 230.
Schaumkalk 395.
Schichtung 11. Neigung der Schichten 112.
Schieferletten 388.
Schieferthon 384.
Schillerfels 240.
Schillergrünsteine 237.
Schörlfels 181.
Schriftgranit 179.
Schwarzkohle 342.
Serapistempel 109.
Serpentin 239, 365.
Silikatgesteine 175.
Silurische Formation 378.
Smaragditfels 239.
Sphärulithfels 265.
Steinkohle 342. Bildungsweise 345.
Steinkohlen-Formation 383.
Steinsalz 353.
Stinkstein 390.
Stock 14.
Strahlsteinschiefer 227.
Streichen der Schichten 13.
Struktur 9.
Surfusionstheorie 65.
Sündfluth 519.
Süsswasserkalk 426.
Süsswasserquarz 426.
Syenit 214, 364.

T.

Talkschiefer 225, 364.
Tegel 426.
Tertiärgebirge 421.
Thierfährten 394.
Thon 176, 318.
Thonporphyr 245.
Thonschiefer 223.
Thonstein 245.
Thonsteinporphyr 245.
Todtliegendes 387.
Topasfels 225, 364.
Trachydolerit 253.
Trachyt 251, 432. Bildungsweise 255.
Trachytkonglomerat 252.
Trachytlava 257.
Trachytporphyr 252.
Trachyttuff 252.
Trapp 227, 273.
Trass 268, 271.
Triasformation 392.
Tripel 418.
Trümmerporphyr 247.

U.

Uebergangsgebirge 369.
Uebergangsthonschiefer 371.
Ueberschmelzung 65.
Urdolomit 368.
Urgebirge 360.
Urgips 368.
Urkalk 365.
Urschiefer 218.
Urthonschiefer 364.

V.

Variolit 229.
Versteinerungen 375.
Vogesensandstein 394.
Vulkane 308.
Vulkanismus 139.

W.

Wacke 274.
Wälderthon 415.
Wanderblöcke 438.
Wealdenformation 415.
Weissliegendes 388.
Weissstein 212, 365. Bildungsweise 213.
Wellenkalk 395.
Wetzschiefer 224.

Z.

Zechformation 387.
Zechstein 389.
Zeichnenschiefer 224.
Zirkonsyenit 214.

VERBESSERUNGEN.

S. 33 Z. 6 v. u. lies: derselben statt desselben.
- 46 Z. 6 v. u. - gleichartigen statt ungleichartigen.
- 178 Z. 4 v. u. - acht statt sieben.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.



DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD IN LEIPZIG.

